

Universidad Nacional de Ingeniería

Facultad de Ingeniería Mecánica



TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**Optimización del Mantenimiento Planeado para Reducir
los Costos de Mantenimiento de los Buses del Corredor
Morado**

Para optar el Título de Ingeniero Mecánico Electricista

Elaborado por:

Espinoza Guizado Jonathan Joel

 [0009-0003-5422-0535](#)

Asesor:

Dr. Wilson Jose Silva Vasquez

 [0009-0005-1520-0595](#)

Lima, Perú

2025

Citar/How to cite	(Espinoza,2025)
Referencia/Reference	Espinoza, J. (2025). <i>Optimización del Mantenimiento Planeado para Reducir los Costos de Mantenimiento de los Buses del Corredor Morado</i> . [Trabajo de suficiencia profesional de pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio institucional Cybertesis UNI.
Estilo/Style: APA (7ma ed.)	

Dedicatoria

A Dios, por iluminar mi camino y brindarme la fortaleza necesaria para alcanzar cada meta.

A mis padres, Yolanda y Florentino, cuyo amor incondicional, sacrificio y ejemplo de vida han sido el pilar sobre el cual se sostiene cada uno de mis logros. Esta meta alcanzada es un reflejo del esfuerzo y los valores que me inculcaron.

A mis hermanos, por ser mi apoyo constante, mi fuente de alegría y mi inspiración en cada etapa de esta travesía.

Agradecimiento

A la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), por ser el espacio donde adquirí los conocimientos y valores que hoy me acompañan en mi desarrollo profesional.

Al Dr. Silva, por su valiosa orientación, paciencia y compromiso durante el proceso de esta investigación.

Y a quienes compartieron conmigo su tiempo, consejos y conocimientos —en especial a quienes con cariño me acompañaron en la elaboración de esta investigación—, mi más sincero agradecimiento.

LISTA DE CONTENIDOS

RESUMEN	IX
ABSTRACT	X
INTRODUCCIÓN	XI
CAPITULO I: GENERALIDADES	1
1.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	1
1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE ESTUDIO.....	3
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	6
1.3.1. Problema General.....	6
1.3.2. Problemas Específicos	7
1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN	7
1.5. OBJETIVOS.....	8
1.5.1. Objetivo General	8
1.5.2. Objetivos Específicos.....	8
1.6. HIPÓTESIS.....	8
1.6.1. Hipótesis General	8
1.6.2. Hipótesis Específicas	8
1.7. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	9
1.7.1. Variables	9
1.7.2. Dimensiones	9
1.7.3. Indicadores	9
1.7.4. Operacionalización de variables	10
1.8. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	11
1.8.1. Unidad de Análisis	11
1.8.2. Tipo, Enfoque y Nivel de Investigación	11
1.8.3. Diseño de la investigación	11
1.8.4. Fuentes de Información	12
1.8.5. Población y Muestra	12
1.8.6. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	12
1.8.7. Análisis y Procesamiento de Datos.....	13
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO Y MARCO CONCEPTUAL	14
2.1. BASES TEÓRICAS.....	14
2.1.1. Diseño eficaz de un programa de mantenimiento.....	14
2.1.1.1. MANTENIMIENTO PLANEADO	14
2.1.1.2. MANEJO DEL MANTENIMIENTO DE EMERGENCIA.....	14
2.1.1.3. MEJORA DE LA CONFIABILIDAD	15
2.1.1.4. PROGRAMA DE ADMINISTRACIÓN DEL EQUIPO	15
2.1.1.5. REDUCCIÓN DE COSTOS	16
2.1.1.6. CAPACITACIÓN Y MOTIVACIÓN DE LOS EMPLEADOS	16
2.1.2. Tipos de mantenimiento.....	17
2.1.3. Niveles de Mantenimiento.....	17
2.1.3.1. Nivel 1 - Instrumental (funciones y acciones).....	18

2.1.3.2.	Nivel 2 - Operacional (acciones mentales)	18
2.1.3.3.	Nivel 3 - Táctico (acciones mentales)	19
2.1.3.4.	Nivel 4 - Estratégico (conjunto de funciones y acciones mentales)	19
2.1.4.	Táctica PMO (Optimización del Mantenimiento Planeado)	19
2.1.5.	Índices internacionales	19
2.2.	MARCO CONCEPTUAL	20
2.2.1.	AMEF	20
2.2.2.	ATU	21
2.2.3.	CDM	21
2.2.4.	Flota	21
2.2.5.	IATF 16949	21
2.2.6.	Inventario de repuestos	22
2.2.7.	Mecánico	22
2.2.8.	Motor de combustión interna	22
2.2.9.	Operario	22
2.2.10.	Padrón	22
2.2.11.	PMO	23
2.2.12.	RCM	23
2.2.13.	Repuesto	23
2.2.14.	TPM	23
2.2.15.	Unidad	23
CAPITULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN		24
3.1.	SITUACIÓN ACTUAL DEL MANTENIMIENTO	24
3.2.	DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LOS BUSES DEL CORREDOR MORADO PARA LOGRAR EL ESTADO TEÓRICO	33
3.3.	DETERMINACIÓN DE ELEMENTOS CRÍTICOS	45
3.3.1.	Principales componentes del bus	45
3.3.2.	Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF)	47
3.3.3.	Fallas por componente	49
3.3.4.	Reporte de principales fallas	51
3.3.5.	Indicadores de las muestras	53
CAPÍTULO IV. RESULTADOS, CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y DISCUSIÓN RESULTADOS		58
4.1.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	58
4.2.	CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS	68
4.3.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	70
CONCLUSIONES		72
RECOMENDACIONES		74
REFERENCIAS		76
ANEXOS		77

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Reporte de egresos de enero 2024 de los padrones 565, 604 y 608	4
Tabla 2: Reporte de egresos de febrero 2024 de los padrones 565, 604 y 608	4
Tabla 3: Reporte de egresos de marzo 2024 de los padrones 565, 604 y 608.....	4
Tabla 4: Reporte de egresos de enero a marzo 2024 de los padrones 565, 604 y 608.....	5
Tabla 5: Operacionalización de Variables.....	10
Tabla 6: Actividades del plan del mantenimiento preventivo	25
Tabla 7: Número de Servicios prestados por ruta.....	32
Tabla 8: Características principales de la flota.....	33
Tabla 9: Tiempo promedio de reparación de subcomponentes utilizando el mismo conjunto	39
Tabla 10: Detalle del número de días empleados en la reparación total del motor del padrón 565.....	40
Tabla 11: Componentes principales del bus y su función	45
Tabla 12: AMEF de un bus Mercedes Benz OF1721.....	47
Tabla 13: NPR y la frecuencia por componente.....	48
Tabla 14: Número de fallas totales de los padrones 565, 604 y 608 por componente.....	50
Tabla 15: Reporte de principales fallas de los buses seleccionados	51
Tabla 16: Indicadores de las unidades en estudio	53
Tabla 17: Cuadro comparativo de precios entre productos originales y alternativos aplicados a una unidad	65
Tabla 18: Cuadro comparativo de precios entre productos originales y alternativos aplicados a una unidad	67

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Principales egresos de enero a marzo 2024 de los padrones 565-604-608.....	5
Figura 2: Terminología del mantenimiento según EN-13306.....	17
Figura 3: Niveles de Mantenimiento.....	18
Figura 4: Organigrama del área de mantenimiento.....	24
Figura 5: Sistema EJB para el área de almacén.....	26
Figura 6: Orden de trabajo manual	27
Figura 7: Orden de requerimiento	28
Figura 8: Orden de servicio.....	29
Figura 9: Vehículo varado en pleno auxilio mecánico	31
Figura 10: Diagrama de Ishikawa: Costo de mantenimiento.....	33
Figura 11: Unidad siniestrada por accidente de tránsito	34
Figura 12: Unidad siniestrada por cortocircuito.....	35
Figura 13: Buses en el área de mantenimiento	35
Figura 14: Unidad 604 parada por requerimiento de culata nueva	36
Figura 15: Unidad 608 parada por falta de repuestos para caja de cambio.....	37
Figura 16: Unidad 565 parada por falta de zapatas en sobremedida y accesorios.....	37
Figura 17: Productos de fallas menores	38
Figura 18: Subconjunto Servo de embrague nuevo junto a su kit de reparación	39
Figura 19: Evidencia del desprendimiento del tamiz bomba de aceite	40
Figura 20: Evidencia del colector de aceite	41
Figura 21: Evidencia del colector de aceite en su correcta instalación	42
Figura 22: Evidencia piezas dañadas	42
Figura 23: Posición de válvula de ruster	43
Figura 24: Constancia del castillo de la corona dañado.....	44
Figura 25: Componentes externos al castillo, pero complementarios.....	44
Figura 26: Componentes principales del bus.....	46
Figura 27: Diagrama de Pareto: Componente del Bus vs NPR	49
Figura 28: Pulmones reventados	55
Figura 29: Tambores de frenos reventados	55
Figura 30: Plato y Disco padrón 565, conductor con el pie en el embrague en todo momento	56
Figura 31: Plato y Disco padrón 604, kit de embrague se quemó por haber ingresado aceite al sistema	57
Figura 32: Plato y Disco padrón 608, disco de embrague destrozado por haber reducido el cambio de manera brusca	57
Figura 33: Pulmón de freno WABCO original.....	59
Figura 34: Pulmón de freno marca TKL (IATF 16949)	60
Figura 35: Tambores de freno FRUM y DURAMETAL	61
Figura 36: Bloque de frenos en la marca DUROLINE y FRAS-LE.....	62
Figura 37: Kit de embrague marca Sachs.....	63
Figura 38: Kit de embrague marca PLATODIESEL	64
Figura 39: Filtro fabricado por MANN para Mercedes Benz	66

RESUMEN

En la actualidad, la población de San Juan de Lurigancho, el distrito más poblado a nivel nacional, cuenta con el sistema de transporte del Corredor Morado que brinda el servicio del traslado de pasajeros en las diferentes rutas que ofrece, para ello la empresa consorciada cuenta con buses de 12 metros que cumplen la normativa Euro V solicitada por la Autoridad de Transporte Urbano (ATU).

Como parte de la investigación, se diagnosticó la situación en la que se encontró la gestión del mantenimiento y el estado de las unidades. El objetivo principal de la presente investigación es optimizar el mantenimiento planeado para reducir los costos de mantenimiento de la empresa.

Desde el inicio de las operaciones con unidades 0 km hasta la actualidad se ha generado un envejecimiento de los buses propias del servicio brindado. Razón por la cual los costos de mantenimiento se han incrementado a mayor escala con los mantenimientos correctivos trayendo consecuentemente compra de gran cantidad de repuestos por la magnitud de las reparaciones como las horas extras por parte del personal de mantenimiento.

Para optimizar el mantenimiento planeado y establecer los costos a reducir, se examinaron las razones detrás de los altos costos de mantenimiento. Para ello, se utilizó información recolectada por el área de logística, administración, planeación y mantenimiento propiamente para luego proponer alternativas concretas y comparar los resultados.

Finalmente se realizaron recomendaciones y conclusiones que complementen el estudio desarrollado.

Palabras clave: OPM, Costo de Mantenimiento, Bus, Flota

ABSTRACT

Currently, the population of San Juan de Lurigancho, the most populated district in the country, is served by the Corredor Morado transportation system, which provides passenger transportation services on its various routes. For this purpose, the consortium company operates 12-meter buses that comply with the Euro V regulations required by the Urban Transport Authority (ATU).

As part of the investigation, the maintenance management situation and the condition of the buses were diagnosed. The main objective of this research is to optimize planned maintenance to reduce the company's maintenance costs.

Since the beginning of operations with brand-new buses, the buses associated with the service provided have aged. This is why maintenance costs have increased significantly due to corrective maintenance, resulting in the purchase of a large number of spare parts due to the magnitude of the repairs, as well as overtime work by maintenance personnel.

To optimize the planned maintenance and determine the costs to be reduced, the reasons behind the high maintenance costs were examined. To do so, information collected by the logistics, administrative, planning, and maintenance departments was used to propose concrete alternatives and compare the results.

Finally, recommendations and conclusions will be drawn to complement the study.

Keywords: OPM, Maintenance Cost, Bus, Fleet

INTRODUCCIÓN

El transporte urbano desempeña un papel esencial en el desarrollo social y económico de las ciudades al facilitar la movilidad de las personas y contribuir al dinamismo de las actividades productivas. En Lima Metropolitana, la creciente demanda del servicio y la complejidad de la red vial han incrementado la necesidad de contar con un sistema de transporte eficiente, seguro y sostenible. En este escenario, la correcta gestión del mantenimiento vehicular adquiere un rol estratégico, pues influye directamente en la continuidad operativa, la seguridad del servicio y el uso óptimo de los recursos.

No obstante, en muchas empresas del sector, el mantenimiento suele ser reactivo y poco planificado, lo que genera fallas recurrentes, altos costos operativos y disminución en la vida útil de los componentes. Esta problemática evidencia la necesidad de implementar metodologías técnicas que permitan anticipar averías, priorizar intervenciones y optimizar los recursos humanos y materiales disponibles.

En este contexto, la presente investigación propone el desarrollo de un sistema de optimización del mantenimiento planeado (PMO) en la flota de buses del Corredor Morado, utilizando herramientas de análisis técnico como el Análisis de Modo y Efecto de Fallas (AMEF). Este enfoque busca identificar los componentes críticos del sistema, establecer estrategias preventivas y correctivas adecuadas y fortalecer la toma de decisiones, contribuyendo así a la eficiencia operativa y a la sostenibilidad del servicio.

La relevancia de este estudio radica en que ofrece un modelo técnico aplicable al sector del transporte urbano, con potencial de replicarse en otras organizaciones que gestionen flotas vehiculares. Además, representa un aporte significativo para el desarrollo de estrategias orientadas a la mejora continua, la reducción de riesgos y el incremento de la confiabilidad en los sistemas de mantenimiento.

CAPITULO I: Generalidades

1.1. Antecedentes Investigativos

Pardo (2017)¹ desarrolló una investigación en el cual propuso un enfoque de mantenimiento basado en la confiabilidad, un método que se concentra en aplicar técnicas de mantenimiento específicas en el análisis de modos y efectos de fallas(AMEF). El autor aplicó el plan al tren de asfalto de la constructora Chamonte SAC, y se llevó a cabo mediante la recolección de datos de equipos, la definición del contexto operativo y el AMEF. El principal objetivo de esta herramienta de gestión fue reducir los costos de mantenimiento a través de un análisis de confiabilidad, la formación de técnicos y la creación de indicadores estadísticos. En cuanto a su diseño metodológico, la investigación se catalogó como una investigación aplicada, descriptiva y cuantitativa, con un diseño no experimental y transversal. Los resultados evidenciaron que la implementación del plan logró disminuir los costos en un 30% en comparación con el sistema de mantenimiento anterior. El autor concluyó que la implementación del plan de mantenimiento preventivo basado en la confiabilidad contribuyó a reducir los costos de mantenimiento e incremento la rentabilidad de la empresa constructora.

Martínez (2020)² en su trabajo de investigación resalta la importancia de implementar un plan de mantenimiento para las 27 unidades propiedad de la Empresa de Transportes Acuario en Cajamarca, ya que no se cuenta con el adecuado procesamiento del historial de la información y el desarrollo de las actividades del personal a cargo para evitar duplicidad de funciones.

¹ Pardo Chavez, W. F. (2017). Implementación de un plan de mantenimiento preventivo basado en la confiabilidad para reducir costos de mantenimiento para el tren de asfalto de constructora Chamonte S.A.C. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio institucional UNT. <https://dspace.unitru.edu.pe/items/807f4a13-cc96-40b8-addc-fb87c2f105ca>

² Martínez Limo, M. A. (2020). Plan de mantenimiento preventivo para incrementar la eficiencia de la flota vehicular de la empresa de Transportes M. Catalán SAC. dedicada al transporte de combustibles líquidos. [Tesis de grado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Repositorio institucional UNPRG. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UPRG_d35533c7510a4f12e4caa9f891368d98

El objetivo de la investigación es mejorar el plan de mantenimiento para incrementar la disponibilidad de las unidades enfocado principalmente en el Tiempo Medio de Reparación (MTTR³) y el Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF⁴). El estudio tiene como base una investigación descriptiva y mixta con un diseño no experimental y transversal por no alterar las variables del estudio. Los resultados brindaron que la propuesta de mejora del plan de mantenimiento preventivo incrementó en 10% la disponibilidad de la flota, redujo el MTTR de 9 a 6 horas y se superó el MTBF en 50%. Estos resultados justifican la relevancia de esta modalidad de mantenimiento y por ende la necesidad de abordar los desafíos que forman parte de su implementación. Se concluye que el estudio resalta la importancia de una implementación del mantenimiento basado en condiciones y ofrece soluciones a los desafíos identificados.

Aluyo & Cubas (2023)⁵ realizaron una investigación en la cual abordaron el problema del incremento de los costos totales de mantenimiento en un 36% entre el periodo 2016-2020. El objetivo principal del trabajo fue diseñar un plan de mantenimiento utilizando los indicadores como el MTBF, MTTR, disponibilidad y confiabilidad de las máquinas en la empresa Santa Patricia S.A. La hipótesis planteada sostenía que la implementación del plan de mantenimiento, considerando una muestra de 30 motores de combustión interna, entre estacionarios y vehiculares, distribuidos en sus tres sedes, podría reducir los costos de mantenimiento de la empresa dedicada a la porcicultura. El trabajo consiste en una investigación aplicada, descriptiva y cuantitativa, con un diseño no experimental y transversal puesto que no se realizaron cambios en el objeto de estudio. El resultado mostró que el diseño del plan del mantenimiento redujo los costos de

³ MTTR: Mean Time To Repair

⁴ MTBF: Mean Time Between Failures

⁵ Ayulo, M., & Cubas, J. (2023). Diseño de plan de mantenimiento para reducir costos de mantenimiento de máquinas en la empresa Santa Patricia S.A. [Tesis de grado, Universidad San Ignacio de Loyola]. <https://repositorio.usil.edu.pe/entities/publication/01c60f19-5e3c-470a-9045-0670ad7303b4>

mantenimiento en 55.90%. Los autores concluyeron que el diseño del plan de mantenimiento contribuyó a reducir los costos de mantenimiento y rentabilidad de la empresa porcicultura⁶.

1.2. Descripción del Problema de Estudio

Actualmente la integración del transporte público formal en Lima Metropolitana y Callao es regulado y fiscalizado por la Autoridad de Transporte Urbano (ATU). No obstante, la fiscalización que esta entidad realiza sobre el Corredor Morado, específicamente en el distrito de San Juan de Lurigancho, resulta insuficiente, ya que se permite la circulación de una gran cantidad de unidades informales. Esta situación se ha mantenido desde el inicio de la cuarentena por la pandemia de la COVID-19 y continúa hasta la fecha, generando una competencia desleal. Ante este escenario, el Corredor Morado ha recurrido de manera reiterada al Gobierno Central, a través de la ATU y del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), solicitando mecanismos de subsidio que le permitan, al menos, alcanzar el punto de equilibrio económico. Dicho apoyo resulta indispensable para fortalecer los procesos internos, incrementar el número de unidades que atiendan la demanda y garantizar un servicio de transporte eficiente y seguro para los usuarios.

En consecuencia, uno de los conceptos que mayor impacto tiene en los costos operativos de la empresa, aparte de los vinculados al consumo de combustible, la mano de obra del personal operativo y otros costos generales, corresponde al área de mantenimiento. Los desembolsos asociados a este concepto se presentan en las Tablas 1, 2 y 3. Del mismo modo, dichas tablas muestran el detalle de los principales egresos directos mensuales registrados entre enero y marzo para las unidades de transporte que cuentan con padrón autorizado 565, 604 y 608.

⁶ Porcicultura: Es la actividad dedicada a la crianza, alimentación y comercialización de cerdos para consumo y uso industrial

Tabla 1:
Reporte de egresos de enero 2024 de los padrones 565, 604 y 608

ENERO 2024								
CONCEPTO		PADRON 565		PADRON 604		PADRON 608		GLOBAL
COMBUSTIBLE	S/	12,253.60	S/	12,287.00	S/	12,613.00	S/	37,153.60
OPERARIO	S/	6,357.40	S/	5,862.00	S/	5,591.70	S/	17,811.10
REPUESTOS	S/	10,111.58	S/	4,782.34	S/	5,279.89	S/	20,173.81
OTROS EGRESOS	S/	2,415.60	S/	1,887.60	S/	1,980.00	S/	6,283.20
TOTAL	S/	31,138.18	S/	24,818.94	S/	25,464.59	S/	81,421.71

Fuente: Elaboración propia en base a los reportes de la empresa

Tabla 2:
Reporte de egresos de febrero 2024 de los padrones 565, 604 y 608

FEBRERO 2024								
PTO		PADRON 565		PADRON 604		PADRON 608		GLOBAL
COMBUSTIBLE	S/	9,674.50	S/	10,692.50	S/	8,285.00	S/	28,652.00
OPERARIO	S/	4,868.00	S/	5,064.50	S/	4,501.08	S/	14,433.58
REPUESTOS	S/	2,662.51	S/	3,973.44	S/	2,940.11	S/	9,576.06
OTROS EGRESOS	S/	1,874.40	S/	1,623.60	S/	1,597.20	S/	5,095.20
TOTAL	S/	19,079.41	S/	21,354.04	S/	17,323.39	S/	57,756.84

Fuente: Elaboración propia en base a los reportes de la empresa

Tabla 3:
Reporte de egresos de marzo 2024 de los padrones 565, 604 y 608

CONCEPTO		PADRON 565		PADRON 604		PADRON 608		GLOBAL
COMBUSTIBLE	S/	8,081.00	S/	10,692.50	S/	13,100.00	S/	31,873.50
OPERARIO	S/	4,128.00	S/	5,064.50	S/	5,502.70	S/	14,695.20
REPUESTOS	S/	16,093.10	S/	1,779.00	S/	3,420.13	S/	21,292.23
OTROS EGRESOS	S/	1,478.40	S/	1,623.60	S/	1,980.00	S/	5,082.00
TOTAL	S/	29,780.50	S/	19,159.60	S/	24,002.83	S/	72,942.93

Fuente: Elaboración propia en base a los reportes de la empresa

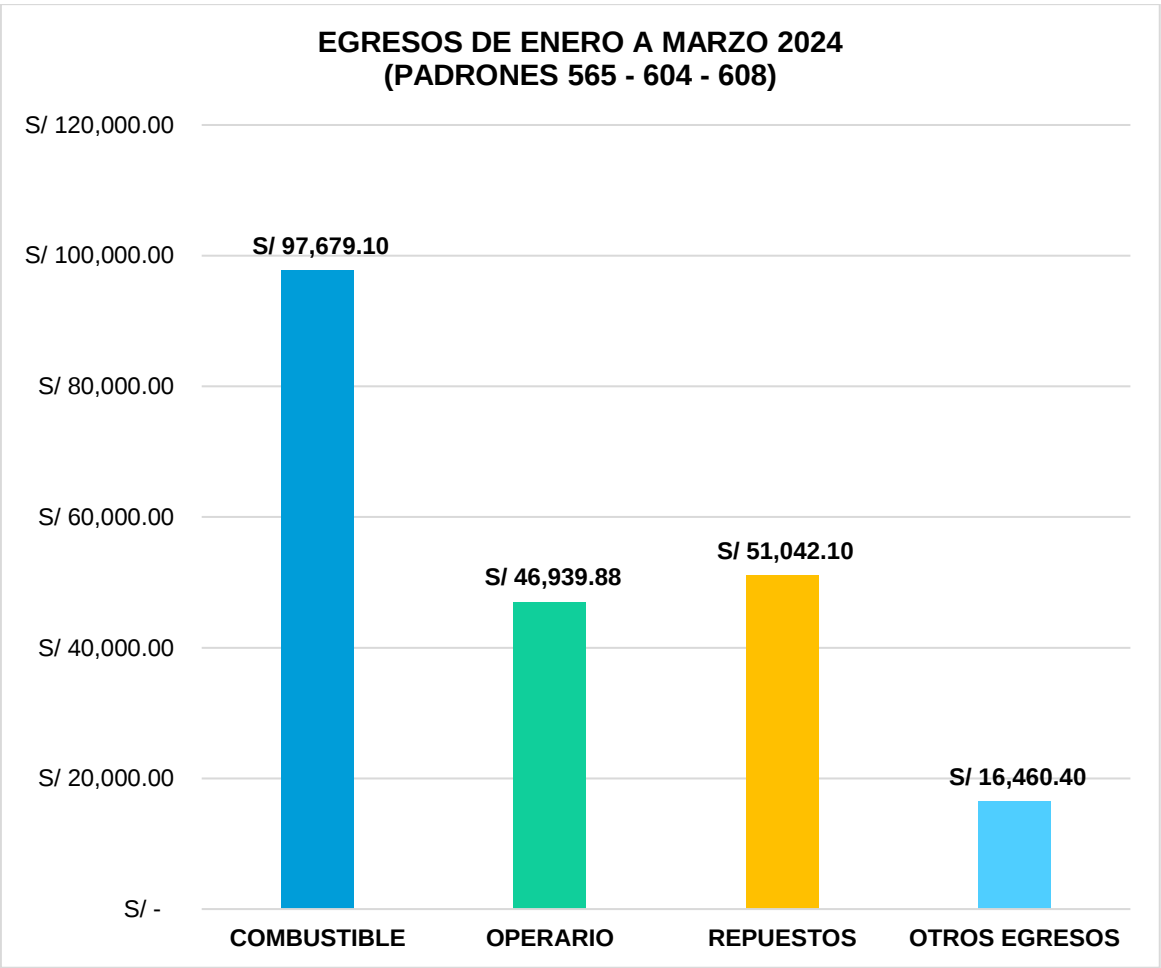
Los costos de repuestos representan el segundo componente más relevante dentro de la estructura de costos, tal como se aprecia en la Tabla 4 y la Figura 1, debido a la función crítica que cumple este rubro en garantizar la operatividad de las unidades. En contraste, los costos asociados al consumo de combustible y operarios (conductores) corresponden a otras áreas y no forman parte directa de las actividades de mantenimiento en condiciones normales. No obstante, es posible disminuir los costos de mantenimiento mediante el desarrollo y optimización de un plan de mantenimiento adecuado.

Tabla 4:
Reporte de egresos de enero a marzo 2024 de los padrones 565, 604 y 608

ENERO A MARZO 2024								
CONCEPTO	PADRON 565		PADRON 604		PADRON 608		GLOBAL	
COMBUSTIBLE	S/	30,009.10	S/	33,672.00	S/	33,998.00	S/	97,679.10
OPERARIO	S/	15,353.40	S/	15,991.00	S/	15,595.48	S/	46,939.88
REPUESTOS	S/	28,867.19	S/	10,534.78	S/	11,640.13	S/	51,042.10
OTROS COSTOS	S/	5,768.40	S/	5,134.80	S/	5,557.20	S/	16,460.40
TOTAL	S/	79,998.09	S/	65,332.58	S/	66,790.81	S/	212,121.48

Fuente: Elaboración propia en base a los reportes de la empresa

Figura 1:
Principales egresos de enero a marzo 2024 de los padrones 565-604-608



Fuente: Elaboración propia en base a los reportes de la empresa

En el Corredor Morado, los buses constituyen activos de uso intensivo destinados al transporte de los usuarios del distrito de San Juan de Lurigancho. A medida que las unidades incrementan su número de servicios (viajes realizados), se ven expuestas a

diversos escenarios propios de la operación, lo que genera el desgaste progresivo de componentes mecánicos y eléctricos que no siempre están considerados dentro del mantenimiento rutinario. Entre ellos destacan la reparación total o parcial del motor de combustión, la caja de cambios o el sistema de transmisión (corona), los cuales representan elevados costos de mantenimiento correctivo a lo largo del ciclo operativo. Asimismo, existen factores externos que el área de mantenimiento no puede controlar, como los accidentes de tránsito, cuya gravedad puede inmovilizar una unidad durante semanas. A ello se suma la escasez de operarios especializados, situación que afecta el cumplimiento del servicio incluso en los casos en que los buses se encuentran técnicamente disponibles para operar.

La empresa cuenta con personal propio de mantenimiento para realizar las labores de mantenimiento mecánico y eléctrico, lo cual resulta ventajoso considerando que las unidades ya han superado su periodo de garantía y que los costos de mano de obra en el distribuidor autorizado de Mercedes Benz en el Perú son considerablemente elevados. Sin embargo, se ha detectado deficiencias en la gestión de la flota, por ejemplo: prácticas de conducción inadecuadas por parte de los operarios que afectan directamente en algunos de los componentes de la unidad como el embrague; insuficiente stock de repuestos en el almacén; compra de repuestos alternativos para componentes críticos como partes internas del motor; y tiempos de inmovilización prolongados de las unidades. Todos estos factores repercuten negativamente en la continuidad y eficiencia del servicio.

1.3. Formulación del Problema

1.3.1. Problema General

¿De qué manera influye la optimización del Mantenimiento Planeado para reducir los costos de mantenimiento de los buses del Corredor Morado?

1.3.2. Problemas Específicos

- 1) ¿Cuál es la situación actual de la gestión del mantenimiento en el Corredor Morado y qué acciones deben considerarse para su mejora?
- 2) ¿De qué manera se determina el estado real de los buses del Corredor Morado respecto al cumplimiento del estado teórico?
- 3) ¿De qué manera se determina la prioridad de la intervención de los buses del Corredor Morado en base a sus componentes?
- 4) ¿De qué manera se verifica la reducción del costo del mantenimiento?

1.4. Justificación e Importancia de la Investigación

El desarrollo de la Optimización del Mantenimiento Planeado (PMO) para los buses del Corredor Morado se plantea como una necesidad prioritaria, considerando el rol esencial que cumplen estas unidades en el transporte de pasajeros del distrito de San Juan de Lurigancho. Una falla en operación no solo genera retrasos significativos en el servicio, sino también elevados costos de reparación cuando estas intervenciones deben realizarse fuera del patio de maniobras.

La aplicación del enfoque PMO no solo promete mejorar la confiabilidad y mantenibilidad de la flota, a la vez que optimiza la asignación de recursos, concentrando las horas de mantenimiento únicamente en las intervenciones necesarias.

La presente investigación se justifica en la alta recurrencia de mantenimientos correctivos, los cuales incrementan de manera considerable los costos operativos y logísticos al requerir que la unidad retorne a sus condiciones teóricas de funcionamiento. Este problema puede ser mitigado mediante la identificación de la criticidad de las fallas, ya sea por frecuencia o por costo de reparación, y el posterior diseño de estrategias de mantenimiento preventivo y predictivo que aseguren la continuidad y eficiencia del servicio.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Determinar la influencia de la optimización del Mantenimiento Planeado para reducir los costos de mantenimiento de los buses del Corredor Morado.

1.5.2. Objetivos Específicos

- 1) Analizar la situación actual de la gestión del mantenimiento del Corredor Morado para determinar las acciones a considerar.
- 2) Diagnosticar la situación actual de los buses del Corredor Morado para lograr el cumplimiento del estado teórico.
- 3) Determinar la prioridad de intervención de los buses del Corredor Morado mediante la identificación de la criticidad de sus componentes.
- 4) Verificar la reducción del costo de mantenimiento mediante el análisis de los resultados obtenidos tras el desarrollo del PMO.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis General

La Optimización del Mantenimiento Planeado reduce los costos de mantenimiento de los buses del Corredor Morado.

1.6.2. Hipótesis Específicas

- 1) El análisis de la situación actual de la gestión de mantenimiento permite identificar las acciones a considerar para la mejora del proceso y reducir los costos.
- 2) El diagnóstico de la situación actual de los buses del Corredor Morado logra el cumplimiento estado teórico.
- 3) La prioridad de intervención de los buses del Corredor Morado se determina mediante la identificación de la criticidad de los componentes.

- 4) La reducción de los costos de mantenimiento se verifican mediante el análisis de los resultados obtenidos tras el desarrollo del PMO.

1.7. Variables y operacionalización de variables

1.7.1. Variables

Variable Independiente (VI): Optimización del Mantenimiento Planeado (PMO)

Variable Dependiente (VD): Reduce los costos de mantenimiento

1.7.2. Dimensiones

Variable Independiente (VI):

- a) Análisis de criticidad de componentes
- b) Plan preventivo
- c) Historial de fallas
- d) Monitoreo de la disponibilidad de las unidades

Variable Dependiente (VD):

- a) Costo por mantenimiento planeado
- b) Costo por reparaciones correctivas
- c) Costo por fallas imprevistas

1.7.3. Indicadores

Variable Independiente (VI):

- a) Grado de criticidad
- b) Cumplimiento plan preventivo
- c) Número de fallas
- d) Tiempo de disponibilidad de las unidades

Variable Dependiente (VD):

- a) Análisis documentarios de los registros contables y órdenes de trabajo

1.7.4. Operacionalización de variables

Tabla 5:
Operacionalización de Variables

Variables	Definición Conceptual	Operacionalización		Escala
		Dimensiones	Indicadores	
Variable Independiente: Optimización del Mantenimiento Planeado	Metodología basada en el largo plazo. Pretende, en general, mejorar la confiabilidad, la mantenibilidad, la confiabilidad y reducir las horas de trabajo necesarias para atender las necesidades de mantenimiento.	Análisis de criticidad de componentes Plan preventivo Historial de fallas Monitoreo de la disponibilidad de las unidades	Grado de criticidad Cumplimiento plan preventivo Número de fallas Tiempo de disponibilidad de las unidades	Ordinal del 1 al 5 Porcentaje (%) Frecuencia Porcentaje (%)
Variable Dependiente: Reduce los costos de mantenimiento	Son los costos causados por las acciones ejecutadas para conservar los equipos o máquinas en buen estado y funcionamiento, o restaurarlos a un estado específico de funcionalidad	Costo por mantenimiento planeado Costo de repuestos críticos	Análisis documentarios de los registros contables y órdenes de trabajo	S/

Fuente: Elaboración propia

1.8. Metodología de la investigación

1.8.1. Unidad de Análisis

El Corredor Morado cuenta con un patio de maniobras ubicado en la zona de Jicamarca, Anexo XXII – Huarochirí, Lima, en el cual operan tres empresas concesionarias bajo administraciones independientes. En el caso específico de esta investigación, la empresa analizada dispone de un total de ochenta buses Mercedes Benz modelo OF1721 de 12 metros de longitud.

Para efectos del estudio se seleccionarán tres unidades representativas de la flota, con el propósito de recopilar y analizar los reportes de fallas recurrentes. Dichas incidencias se presentan principalmente en los sistemas de motores y transmisiones, los cuales implican elevados costos de reparación debido tanto al nivel tecnológico de los repuestos como a la necesidad de mano de obra altamente especializada.

1.8.2. Tipo, Enfoque y Nivel de Investigación

De acuerdo con el desarrollo del presente estudio, la investigación se clasifica como aplicada, ya que busca dar solución a uno de los problemas que enfrenta la empresa a partir de la utilización de conocimientos científicos disponibles. Asimismo, es de carácter descriptivo, en tanto se apoya en la observación y medición de variables con el fin de identificar la forma en que estas se manifiestan. El enfoque corresponde al método cuantitativo, dado que se analizarán datos numéricos y evidencia objetiva; mientras que el nivel es correlacional, puesto que se orienta a establecer la relación entre variables mediante la aplicación del método científico y la presentación de resultados estadísticos.

1.8.3. Diseño de la investigación

El diseño de investigación es de tipo no experimental y transversal, dado que se limita a la recolección de datos que se analizarán con indicadores estadísticos que mantiene la empresa.

1.8.4. Fuentes de Información

El estudio se desarrolló con la recolección y análisis de los informes de fallas de los buses, los reportes de producción y costos en el mantenimiento como repuestos y mano de obra. Se recoge las estadísticas de tiempos operativos, fallas y costos según la ordenes de trabajo donde se detalla la declaración del conductor responsable de la unidad para el día asignado, evaluación y diagnóstico de la falla, los repuestos solicitados, el tiempo empleado en la reparación desde el ingreso al taller hasta el montaje y operatividad con el checklist detallado por el técnico responsable.

Asimismo, se utilizarán herramientas avanzadas como Microsoft Excel y el Software de la empresa asignado a logística para el análisis y procesamiento de datos.

1.8.5. Población y Muestra

La población es de 80 buses Mercedes Benz modelo OF1721, sin embargo, la muestra objeto será de 3 buses para la recolección de datos. Los padrones seleccionados son: 565 – 604 – 608.

1.8.6. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Para el desarrollo del diagnóstico se emplearon diversas técnicas. En primer lugar, se aplicó la observación directa, utilizando como instrumento un checklist orientado a la evaluación de los sistemas mecánicos y eléctricos de las unidades.

Además, la información brindada por el jefe de mantenimiento permitió obtener información de primera mano sobre la operatividad del área y profundizar en aspectos específicos de su gestión.

Finalmente, se recurrió a la revisión documentaria, empleando como instrumentos las órdenes de trabajo, así como los registros derivados de hojas de cálculo y del sistema informático implementado por la empresa.

1.8.7. Análisis y Procesamiento de Datos

Se recurrió al análisis de criticidad, así como a métodos estadísticos y comparativos, con el propósito de evaluar el desempeño de las unidades. Posteriormente la información fue procesada mediante la tabulación de los datos en hojas de cálculo, complementada con el sistema informático de la empresa y con el uso de indicadores de mantenimiento orientados a los costos operativos.

CAPITULO II: Marco Teórico y Marco Conceptual

2.1. Bases Teóricas

2.1.1. Diseño eficaz de un programa de mantenimiento

Según Duffuaa, detalla seis tipos de programa de mantenimiento. Estos programas proporcionan enfoques efectivos que pueden implementarse durante el ciclo de gestión del mantenimiento. Sus metas incluyen aumentar la disponibilidad de la planta, disminuir los costos, y mejorar tanto la fiabilidad del equipo como la calidad del producto. (Duffuaa et al., 2000, pág. 68)

2.1.1.1. Mantenimiento planeado

El mantenimiento planeado convierte la mayor parte del trabajo de mantenimiento en tareas programadas mediante un enfoque preventivo y predictivo. Incluye la inspección y el servicio en intervalos regulares, y el mantenimiento basado en condiciones. Todas las actividades se planifican con anticipación, incluyendo la gestión de materiales, lo que permite una programación más precisa y reduce costos. Además, se realiza en momentos que no interrumpen la producción, lo que disminuye el tiempo de inactividad y los costos materiales (Duffuaa et al., 2000, pág. 68).

2.1.1.2. Manejo del mantenimiento de emergencia

El mantenimiento de emergencia implica realizar trabajos no planificados que deben comenzar de inmediato, con mínima posibilidad de planificación. Este tipo de mantenimiento no debe superar el 10% del trabajo total y debe gestionarse con una política clara. Existen dos enfoques para manejarlo: el primero consiste en integrar el mantenimiento de emergencia en el programa regular y usar recursos adicionales como tiempo extra, trabajadores temporales o contratados. Se recomienda reservar entre el 10% y el 15% de la capacidad para esto. Y el segundo enfoque consiste en estimar la cantidad de mantenimiento de emergencia y asignar trabajadores dedicados específicamente para

estos trabajos. La mayoría de las plantas optan por el primer método para maximizar la utilización de la fuerza laboral, mientras que el segundo método permite una respuesta más rápida. Es crucial planificar el trabajo restante basándose en la información disponible una vez que se inicia el trabajo de emergencia (Duffuaa et al., 2000, pág. 69).

2.1.1.3. Mejora de la confiabilidad

Un programa de mejora de la confiabilidad proporciona una forma efectiva de optimizar el mantenimiento. Este programa implica mantener registros históricos de equipos críticos y estimar el MTBF. La frecuencia del mantenimiento de emergencia depende de la tasa de fallas del equipo, y un mayor MTBF reduce los incidentes de emergencia. Además, el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM⁷) es un enfoque que se centra en restaurar la función del equipo en lugar de llevarlo a una condición ideal. El RCM ha demostrado ser exitoso en la industria de aviación comercial y en plantas de generación de energía (Duffuaa et al., 2000, pág. 69).

2.1.1.4. Programa de administración del equipo

El Mantenimiento Productivo Total (MPT) es una filosofía japonesa enfocada en gestionar equipos para mejorar la calidad del producto y reducir pérdidas, con el objetivo de aumentar la Eficacia Global del Equipo (EGE). Según Nakajima, las seis principales causas de pérdidas de equipo son fallas, preparación y ajustes, tiempo de inactividad y paros menores, reducción de velocidad, defectos del proceso y rendimiento reducido. El programa de administración del equipo busca establecer un eficaz programa de MPT para cada equipo y proporcionar métodos efectivos para mejorar el estado del mantenimiento (Duffuaa et al., 2000, pág. 70).

⁷ RCM: Reliability-Centered Maintenance

2.1.1.5. Reducción de costos

El mantenimiento puede contribuir a reducir el costo del producto mediante un esfuerzo continuo de reducción de costos en las operaciones de mantenimiento. Esta reducción se logra aplicando técnicas de ingeniería de métodos, las cuales estudian cómo se lleva a cabo el trabajo con el objetivo de desarrollar mejores formas de realizar el mantenimiento. Estas técnicas siguen pasos bien definidos para examinar el trabajo de mantenimiento y simplificarlo, eliminando pasos innecesarios y resultando en ahorros de costos (Duffuaa et al., 2000, pág. 70).

Para la reducción de costos, se deben considerar los siguientes aspectos:

- a) Materiales y refacciones alternativos.
- b) Métodos alternos para la inspección y reparación general.
- c) Equipos y herramientas alternos.
- d) Procedimientos alternos para la planeación y la programación.
- e) Estándares de tiempo alternos para los trabajos.

2.1.1.6. Capacitación y motivación de los empleados

El mantenimiento en el área de producción depende en gran medida de la competencia técnica del personal especializado. La ineficiencia en esta función suele estar asociada a la escasez de trabajadores debidamente calificados. Por esta razón, es fundamental implementar un programa permanente de Capacitación En el Trabajo (CET) orientado a garantizar que los colaboradores desarrollen las competencias requeridas para una gestión de mantenimiento efectiva. Dichas competencias comprenden el criterio técnico, la capacidad de comunicación, la interpretación de información especializada y, en determinados casos, la formación en múltiples habilidades. Este programa debe integrar tanto la formación práctica en el puesto como actividades de capacitación externa.

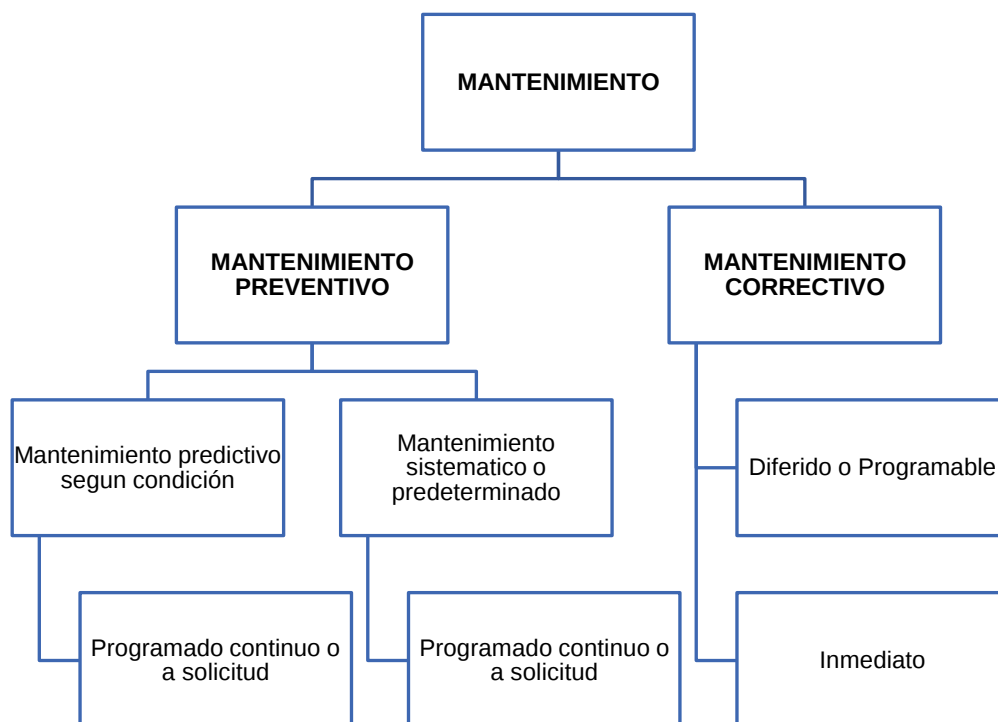
El área de mantenimiento debe tener un programa anual de capacitación para fortalecer y actualizar el conocimiento del personal, incorporando las técnicas y metodologías modernas de mantenimiento que contribuyan a la eficiencia operativa.

Finalmente, el programa de capacitación debe estar acompañado de un programa de motivación, que puede lograrse mediante incentivos que recompensen a los trabajadores productivos y fomenten la mejora continua (Duffuaa et al., 2000, pág. 71).

2.1.2. Tipos de mantenimiento

Existen diferentes definiciones y terminologías respecto a los tipos de mantenimiento según la opinión de cada autor. Sin embargo, en la Figura 2 se detalla de manera esquemática los dos tipos de mantenimiento subdivididos según la Norma EN-13306, esta norma es estandarizada por la Unión Europea.

Figura 2:
Terminología del mantenimiento según EN-13306

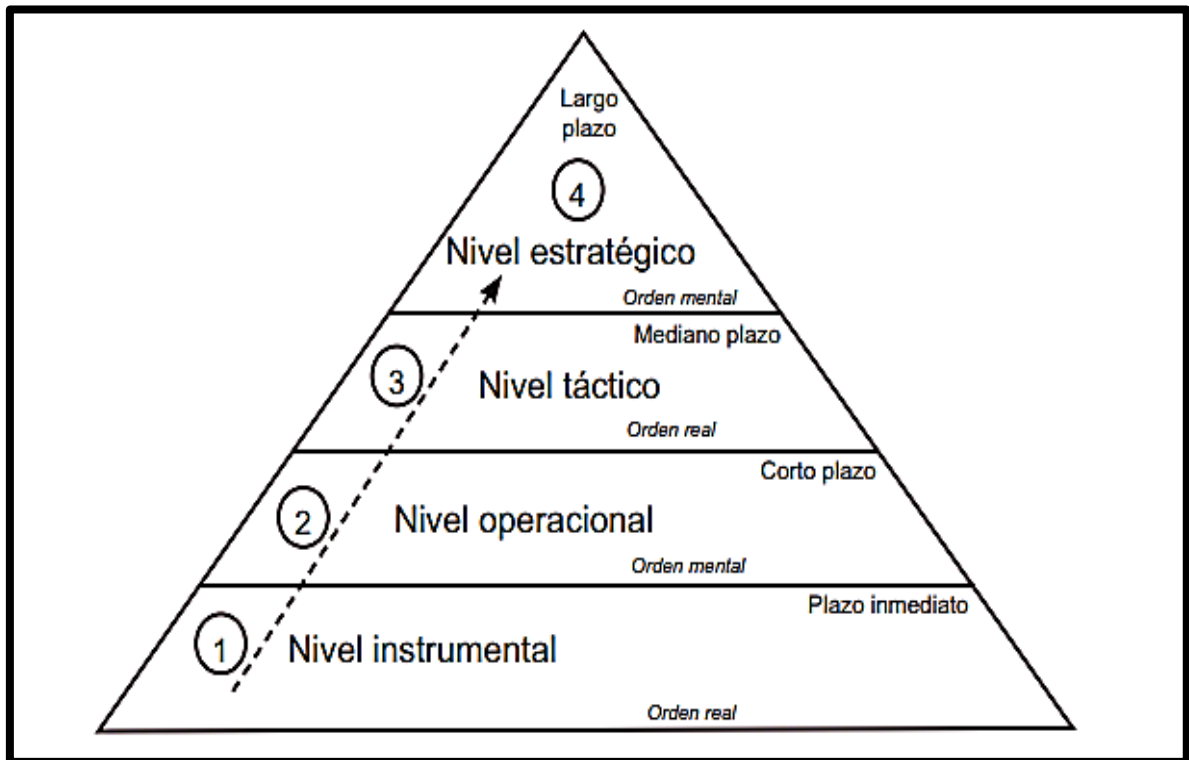


Fuente: González, Francisco. Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado, 2005, pág. 61.

2.1.3. Niveles de Mantenimiento

Mora plantea 4 niveles al jerarquizar los diferentes tópicos de mantenimiento como se detalla en la figura 3.

Figura 3:
Niveles de Mantenimiento



Fuente: Mora, Luis. Mantenimiento Planeación, Ejecución y control, 2005, pág. 73

2.1.3.1. Nivel 1 - Instrumental (funciones y acciones)

El nivel instrumental incluye todos los elementos necesarios para que el mantenimiento funcione en las empresas. Este nivel se encarga de gestionar de manera sistémica toda la información generada y requerida en un sistema de mantenimiento, abarcando las relaciones entre personas, recursos productivos y maquinaria.

2.1.3.2. Nivel 2 - Operacional (acciones mentales)

El nivel operacional incluye todas las acciones que se pueden llevar a cabo en el mantenimiento de equipos por parte del proveedor, basándose en las necesidades y deseos de los clientes.

2.1.3.3. Nivel 3 - Táctico (acciones mentales)

Según Mora, El nivel táctico abarca todas las acciones de mantenimiento aplicables a un caso particular, ya sea un equipo individual o un conjunto de ellos. Consiste en un conjunto de tareas de mantenimiento que se llevan a cabo para lograr un objetivo específico, siguiendo las normas y reglas establecidas. En este nivel se incluyen enfoques como el Mantenimiento Productivo Total (TPM), el RCM, la combinación de TPM y RCM, PMO, mantenimiento reactivo, proactivo y de clase mundial, entre otros.

2.1.3.4. Nivel 4 - Estratégico (conjunto de funciones y acciones mentales)

Mora indica que este nivel está formado por las metodologías desarrolladas para evaluar el éxito de las tácticas implementadas. Esto incluye la creación de índices, rendimientos e indicadores que permiten comparar un caso específico con otros de diferentes industrias a nivel local, nacional o internacional. Actúa como una guía para alcanzar el éxito deseado y propuesto.

2.1.4. Táctica PMO (Optimización del Mantenimiento Planeado)

Para Mora, el PMO se presenta como una opción viable en situaciones donde el RCM, adecuado para equipos nuevos o recién instalados, no ha sido bien implementado debido a su complejidad. El PMO es ideal para equipos en funcionamiento. Esta táctica se basa principalmente en acciones planificadas y requiere trabajo en equipo multidisciplinario para lograr sus objetivos. Estas acciones deben ser estrictamente seguidas, monitoreadas y controladas hasta su completa finalización e implementación. La columna vertebral del PMO es el tratamiento y el análisis estadístico de la información histórica y presente, en tiempo real, lo cual exige que la información se maneje de una forma rigurosa y eficiente.

2.1.5. Índices internacionales

El nivel estratégico permite evaluar el éxito alcanzado en los tres niveles anteriores, utilizando un enfoque sistémico kantiano. Esto se logra a través de índices de aceptación

mundial y metodologías de validez universal, que permiten valorar la gestión y operación integral del mantenimiento en una empresa. Para Mora, la mayoría de los casos mundiales que tratan el mantenimiento aceptan tres indicadores básicos: Confiabilidad, Mantenibilidad y Disponibilidad (CDM), que permiten evaluar el grado de gestión y operación del mantenimiento.

- a) Confiabilidad: Evalúa las acciones de producción en relación con la gestión y operación de los equipos, considerando tanto su fabricación como su explotación. Las medidas clave que se utilizan son la cantidad de fallas y los tiempos asociados a estas fallas en los equipos.
- b) Mantenibilidad: Evalúa las actividades de reparaciones y tareas proactivas realizadas por el área de mantenimiento en los equipos. Sus principales indicadores son el volumen de reparaciones (o tareas planificadas) y los tiempos efectivos de ejecución, incluyendo demoras. En cuanto a la mantenibilidad, la evaluación se relaciona con los grupos de personas que llevan a cabo los mantenimientos o reparaciones.
- c) Disponibilidad: Detalla la proporción del tiempo útil efectivo en comparación con el tiempo total disponible. Esta relación se rige por parámetros y metodologías de cálculo de estándar mundial. La utilización de los parámetros directos y asociados al CDM permite la comparación con equipos similares o afines en el ámbito mundial, y facilita la valoración de la máquina en el tiempo para conocer su evolución.

2.2. Marco Conceptual

2.2.1. AMEF

La sigla AMEF corresponde al Análisis de Modo y Efecto de Fallas, es una técnica de gestión que busca anticipar posibles fallas en un proceso, sistema o equipo. Consiste en describir cómo pueden ocurrir esas fallas, cuáles serían sus efectos y qué tan críticas

resultarían, con el fin de establecer prioridades de mejora que reduzcan riesgos y aseguren un funcionamiento confiable.

2.2.2. ATU

La Autoridad de Transporte Urbano (ATU) es una entidad especializada adscrita al Ministerio de Transportes y Comunicaciones encargado de regular, planificar y supervisar el Sistema Integrado de Transporte, con el fin de optimizar y modernizar la movilidad urbana en Lima Metropolitana y el Callao.

2.2.3. CDM

La sigla CDM corresponde a tres conceptos fundamentales en la gestión de activos: Confiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad. Estos indicadores permiten evaluar y optimizar el desempeño de equipos y sistemas, apoyando la toma de decisiones en mantenimiento y operaciones.

2.2.4. Flota

Conjunto de vehículos, ya sean de línea pesada o liviana de una entidad pública o privada, que se utilizan para el transporte de diferentes actividades relacionadas a la movilidad.

2.2.5. IATF 16949

Norma internacional de calidad específica para el sector automotriz basada en los principios establecidos por la ISO 9001:2015, orientada a la mejora continua de los procesos, la prevención de defectos y la reducción de variaciones y desperdicios a lo largo de la cadena de suministro. El objetivo final es cumplir consistentemente con los requisitos de los clientes y las partes interesadas, fortaleciendo la satisfacción del cliente y la eficiencia operativa de la organización.

2.2.6. Inventario de repuestos

Es garantizar la disponibilidad de las piezas necesarias en el momento adecuado para reducir el tiempo de inactividad de los equipos y optimizar la gestión de recursos. Además, una buena administración del inventario de repuestos contribuye a evitar el exceso de stock, disminuir costos y mejorar la eficiencia operativa.

2.2.7. Mecánico

Persona especialista en la instalación, mantenimiento, reparación y ajuste de maquinaria, equipos y vehículos. Este profesional tiene conocimientos técnicos y habilidades prácticas para identificar y resolver problemas en motores, sistemas eléctricos, transmisión, frenos, suspensión y otros componentes mecánicos.

2.2.8. Motor de combustión interna

Es una máquina que parte de la energía liberada debido a la quema de combustible se convierte en trabajo. Su funcionamiento se basa en ciclos de trabajo que incluyen las etapas de admisión, compresión, combustión y escape.

2.2.9. Operario

También conocido como conductor de ómnibus, es el profesional responsable de operar y conducir la unidad para transportar pasajeros de manera segura y eficiente. Otra responsabilidad es revisar el ómnibus antes y después de cada trayecto para confirmar que se encuentra en óptimas condiciones operativas, informando sobre cualquier problema mecánico o de seguridad.

2.2.10. Padrón

Es un número interno de la empresa asignado a la flota para un sencillo seguimiento en todas las actividades realizadas por los buses.

2.2.11. PMO

La sigla PMO corresponde a Planned Maintenance Optimization, cuya traducción al español es Optimización del Mantenimiento Planeado. Este enfoque constituye una metodología orientada a perfeccionar las estrategias de mantenimiento, buscando incrementar la confiabilidad de los equipos y optimizar los recursos destinados a su conservación.

2.2.12. RCM

La sigla RCM corresponde a Reliability Centered Maintenance, cuya traducción al español es Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad. Es una estrategia que analiza las posibles fallas de los equipos y sus consecuencias, con el fin de definir acciones de mantenimiento que aseguren su funcionamiento seguro, eficiente y al menor costo posible.

2.2.13. Repuesto

Es una pieza que se emplea para sustituir los componentes ya instalados previamente, ya sean originales de fábrica o sustituido varias veces, debido al trabajo rutinario han sufrido desgaste o averías.

2.2.14. TPM

La sigla TPM corresponde a Total Productive Maintenance, cuya traducción al español es Mantenimiento Productivo Total. Es una filosofía de mantenimiento que involucra a toda la organización en el cuidado de los equipos, con el objetivo de prevenir fallas, mejorar la eficiencia y elevar la productividad.

2.2.15. Unidad

Se hace mención para indicar acerca de un ómnibus de la empresa.

CAPITULO III: Desarrollo del trabajo de investigación

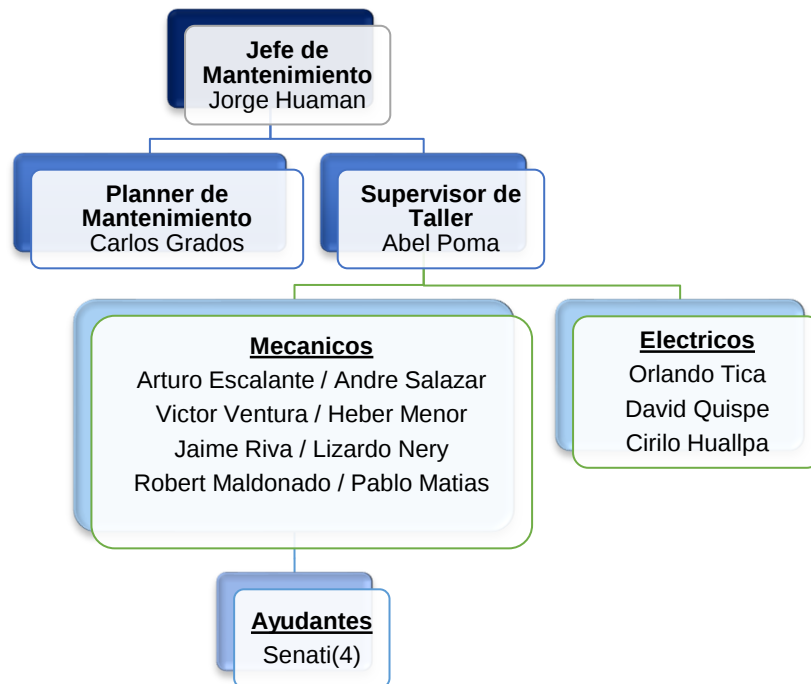
3.1. Situación actual del mantenimiento

Analizamos la situación actual de la gestión del mantenimiento del Corredor Morado para determinar las acciones a considerar. El presente trabajo se ha llevado a cabo en el área de mantenimiento del Corredor Morado, con una muestra de tres unidades de las ochenta con las que iniciaron operaciones, el servicio se divide en tres rutas diferentes:

- Ruta 404, que va de San Juan de Lurigancho a Magdalena
- Ruta 405, que va de San Juan de Lurigancho a San Isidro
- Ruta 412, que va de San Juan de Lurigancho a Cercado de Lima

El área de mantenimiento de la empresa cuenta con un equipo técnico (como se muestra en la figura 4) comprendido por dieciocho (18) colaboradores divididos en tres turnos.

Figura 4:
Organigrama del área de mantenimiento



Fuente: Elaboración propia

Se obtuvo información del jefe de mantenimiento, Jorge Huaman, para comprender en detalle el desarrollo de las tareas de mantenimiento y toda la operativa en el área.

De acuerdo con la información proporcionada por el jefe de mantenimiento, se destaca que la empresa dispone de un plan de mantenimiento preventivo entregado por el concesionario. En un inicio, mientras las unidades se encontraban bajo garantía, dicho mantenimiento se ejecutaba cada 15,000 km. Sin embargo, por modificaciones internas y evaluación costo-beneficio realizado por el área de mantenimiento y gerencia acordaron que la nueva programación del mantenimiento sería cada 11,000 km, este debido a que las unidades presentaban constantes fallas antes de llegar al próximo mantenimiento y a pesar de contar con un plan de mantenimiento preventivo las unidades no se eran ajenas a realizar mantenimientos correctivos.

El mantenimiento se rige según el plan del concesionario, con la única modificación de cada 15,000 km a 11,000 km, como se muestra en la Tabla 6, en cada mantenimiento se cambia sin excepción todos los filtros que trabajan directamente con el motor y el tiempo que debería requerir es de dos horas y media. Normalmente este mantenimiento se programa en las madrugadas para evitar interrumpir los servicios durante el día.

Tabla 6:
Actividades del plan del mantenimiento preventivo

MANO DE OBRA	H-H	UM	11,000 km
MOTOR			
Cambio de aceite de motor, filtro de aceite, filtro de combustible y aire	0,5	HH	o
Inspección de baterías	0,2	HH	o
Escaneo de motor	0,2	HH	o
Inspección de líneas de admisión (mangueras, abrazaderas, hermeticidad y ajustes)	0,2	HH	o
Inspección de fugas refrigerante, aceite, aire	0,2	HH	o
Inspección soportes motor y caja	0,1	HH	o
CAJA DE CAMBIOS			
Revisar juego libre pedal de embrague, nivel de líquido de embrague	0,1	HH	o

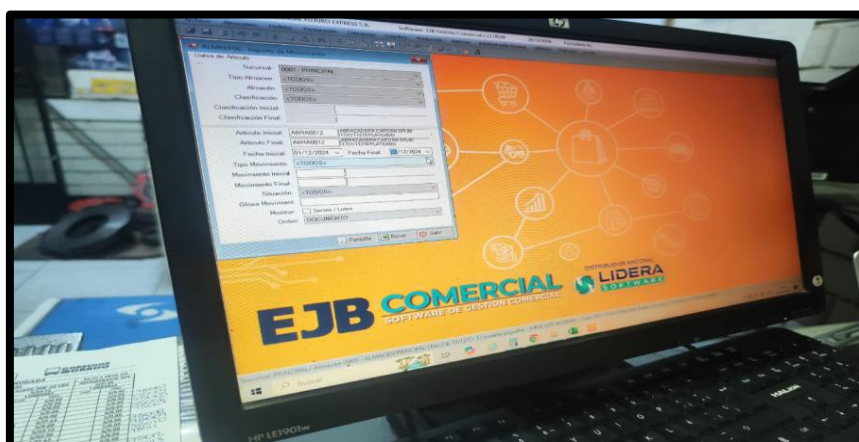
CHASIS			
Verificar crucetas de cardán	0,1	HH	o
Inspección de sistema de frenos / regulación de frenos	0,2	HH	o
SISTEMA ELÉCTRICO			
Rev. Funcionamiento Luces externas, internas, tablero	0,1	HH	o
Rev. Trico, ventilación	0,1	HH	o
ENGRASE			
Puntos de engrase – Varios	0,5	HH	o

Fuente: Elaboración propia en base al plan de mantenimiento proporcionado por el concesionario, 2024

Si bien se cumple con el mantenimiento preventivo, gerencia no exige un reporte riguroso de tasa de frecuencia de fallas, ni la disponibilidad de los buses; pero si solicita un informe del tipo de falla y el reporte de las reparaciones realizadas.

Por otro lado, no se cuenta con una herramienta como un ERP o sistema para el área de mantenimiento, es por ello que toda la información se ingresa de manera manual en una plantilla de Excel generando que en ocasiones la información ingresada se distorsione (por errores de digitación) o no se puede encontrar con facilidad información pasada con respecto a servicios o requerimientos para las unidades que ingresaron al taller. El área de almacén cuenta con un sistema de la empresa EJB COMERCIAL que no se encuentra interconectado con la información de mantenimiento, en reiteradas ocasiones se ha solicitado a gerencia la habilitación del mismo sin respuesta positiva hasta la fecha.

Figura 5:
Sistema EJB para el área de almacén



Fuente: Fotografía tomada por el autor (2024)

El área cuenta con tres formatos de mantenimiento:

- **Orden de trabajo manual:** es un documento de control operativo mediante el cual se autoriza, registra y supervisa la ejecución de actividades de mantenimiento, reparación o inspección en un vehículo o equipo; que se llevan a cabo por el área de mantenimiento de la empresa. Este formato contiene información clave como: identificación de la unidad (placa), fecha y hora de inicio y término de la intervención, nombre del técnico responsable, descripción de la falla detectada, trabajos efectuados y observaciones finales; como se muestra en la figura 6. Su finalidad es organizar y estandarizar los procesos de mantenimiento, garantizando la trazabilidad de las actividades realizadas, el uso eficiente de recursos y la posterior evaluación de la gestión de flota.

Figura 6:
Orden de trabajo manual

DEFESA
CONSORCIO EMPRESARIAL
FUTURO EXPRESS S.A.

ORDEN DE TRABAJO MANUAL
Nº 024863

PLACA: A50 811
FECHA: 29/12/24
Km: _____
NOMBRE DEL TEC: Jhon / Basilio

Hora: _____
Inicio: 12:00
Hora: _____
Final OP: 4:00

TIPO DE FALLA / MECANICO / ELECTRICO / LLANTA
EVALUACION TECNICA Y/O DESCRIPCION DE LA FALLA

Cardan Jero

TRABAJOS EFECTUADOS

se saca la tuerca de cardan
se cambio de Jero
se cambio perno y
Abrazadera

OBSERVACIONES

Montar Cardan

DEL 24001 AL 24040

Técnico de Turno: _____
Supervisor de Mantenimiento: _____

Fuente: Fotografía tomada por el autor (2024)

- **Orden de requerimiento de repuestos:** La orden de requerimiento de repuestos es un documento administrativo y técnico mediante el cual un área de mantenimiento solicita al área de almacén los insumos, piezas o materiales necesarios para realizar labores de reparación o conservación de equipos y vehículos. Este formato incluye datos como: área solicitante, responsable, fecha, tipo de vale, nivel de prioridad (ejemplo: urgente), código y descripción de los repuestos, unidad de medida y cantidades requeridas. Su finalidad es garantizar la disponibilidad oportuna de materiales, mantener la trazabilidad del consumo de repuestos, optimizar la gestión de inventarios y asegurar la continuidad del servicio.

En la figura 7, por ejemplo, se gestionan componentes eléctricos (focos, conectores), materiales auxiliares (cinta aislante, teflón), repuestos de carrocería (faro lateral) y consumibles (gasolina), todos solicitados con carácter de urgencia para el área de mantenimiento.

Figura 7:
Orden de requerimiento

 REQUERIMIENTO Nro.: 0001-0014444 FECHA: 27/12/2024				
AREA:	16 - MANTENIMIENTO		CENTRO DE COSTO: 44 - CONSEJONADO 1	
SOLICITANTE:	046 - ALEXANDER APAICO CHIPANA		REFERENCIA: -	
TIPO DE VALE:	R2 - TALLER		DOCUMENTO: -	
PRIORIDAD:	01 - URGENTE			
OBSERVACION 1:	AUT-750			
OBSERVACION 2:				

ITEM	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD
0001	ELECT0204	FOCO H4 24V 75/70W C/ESPIGA (307207102) WURTH	UND	2.000
0002	ELECT0043	SOQUETE/CONECTOR CERAMICO DE FOCO H4	UND	2.000
0003	CINT0006	CINTA AISLANTE TECNOFAN 810	UND	1.000
0004	CINT0001	CINTILLOS 0.30 CM	UND	10.000
0005	FARO0008	FARO LATERAL AMBAR LED	UND	2.000
0006	PERN0130	TORNILLO AUTOPERFORANTE 1 1/2	UND	10.000
0007	TEFL0001	TEFLON ROJO	UND	1.000
0008	LUBR0015	TRABADOR DE ROSCAS WURTH	UND	1.000
0009	LUBR0020	GASOLINA 90 OCTANOS(REGULAR)	GLN	4.000

Fuente: Fotografía tomada por el autor (2024)

- **Orden de servicio:** es un documento administrativo mediante el cual la empresa solicita y autoriza la ejecución de un servicio especializado de mantenimiento a una unidad vehicular, el cual es realizado por un proveedor o empresa externa. Este documento constituye una herramienta de control interno, ya que permite identificar el área solicitante, la unidad vehicular involucrada, la descripción precisa del servicio o repuesto requerido, el proveedor asignado y la autorización correspondiente, como se muestra en la figura 8.

[illegible]

Estos formatos se mantienen vigentes desde el inicio de operaciones de la empresa y continúan siendo rellenados de manera manual con excepción del requerimiento de repuestos.

La empresa cuenta con una zona exclusiva para el área de mantenimiento y poseen 5 zanjas donde se realizan todas las reparaciones como motor, caja de cambio y embragues, cambio de zapatas, cambio de filtros, sistema de cardan e incluso el sistema eléctrico; los servicios de maestranza, soldadura, sistema de muelles y suspensión se terceriza ya que la información en cuanto a servicios requeridos es de baja demanda.

El área de mantenimiento dispone de herramientas necesarias y suficientes para llevar a cabo las labores de mantenimiento y reparación. Cada técnico dispone de un kit básico de herramientas personales, sobre el cual asume responsabilidad en caso de pérdida, deterioro o mal uso. Asimismo, existen intervenciones específicas que requieren instrumentos de mayor especialización —como torquímetros, extractores o equipos de diagnóstico— que son proporcionados de manera temporal al colaborador designado, exclusivamente para la ejecución de la tarea asignada.

Otro factor relevante para el adecuado cumplimiento del plan de mantenimiento lo constituyen los conductores de las unidades. En diversos casos, la información que proporcionan sobre las condiciones del vehículo resulta limitada, debido a que no cuentan con una asignación fija de bus. Por el contrario, suelen rotar con frecuencia entre las diferentes unidades disponibles al inicio de cada jornada, lo que dificulta una retroalimentación constante y detallada respecto al estado de cada vehículo.

Adicionalmente, la alta rotación y escasez de conductores obliga al área responsable a contratar personal que, si bien posee la licencia correspondiente para operar buses de doce metros (categorías AIII-A o AIII-C), en muchos casos no cuenta con la destreza suficiente, ya que su experiencia previa proviene principalmente de unidades de menor capacidad. La operación de un vehículo con capacidad para cincuenta pasajeros difiere significativamente de la de uno diseñado para treinta, lo que genera una serie de dificultades. Entre las más frecuentes se encuentran los siniestros con terceros y, de manera reiterada, el desgaste prematuro del sistema de embrague debido a inadecuadas prácticas de conducción.

La frecuencia de las reparaciones correctivas es en promedio de doce auxilios mecánicos mensuales. Asimismo, según la información de los registros muestra que, una vez al mes, se solicita el servicio de grúa para trasladar el bus hasta el patio de maniobras. Este procedimiento suele ser necesario cuando el vehículo demanda una reparación de mayor envergadura o, en su defecto, cuando no se dispone del repuesto de manera inmediata.

Las averías que se presentan con mayor frecuencia corresponden al cardán, la rotura de mangueras y de fajas del alternador, así como incidencias en el sistema eléctrico. Sin embargo, estas contingencias suelen resolverse de manera rápida, dado que forman parte de las fallas mecánicas habituales dentro de la operación.

Figura 9:
Vehículo varado en pleno auxilio mecánico



Fuente: Fotografía tomada por el autor (2024)

El kilometraje recorrido por las unidades depende de la ruta, ya que la ATU las designan de manera semanal. Otro aspecto por considerar son las rutas que circulan por la avenida Abancay, donde la congestión vehicular es constante y se ve agravada por los desvíos ocasionados por las manifestaciones sociales frente al Congreso de la República. Estas condiciones generan mayores tiempos de recorrido y un mayor desgaste de los buses. En contraste, la ruta que circula por la avenida Tacna suele brindar un servicio adicional diario, dado que presenta una operatividad más fluida en comparación con la primera. Se resume de la siguiente manera:

Tabla 7:
Número de Servicios prestados por ruta

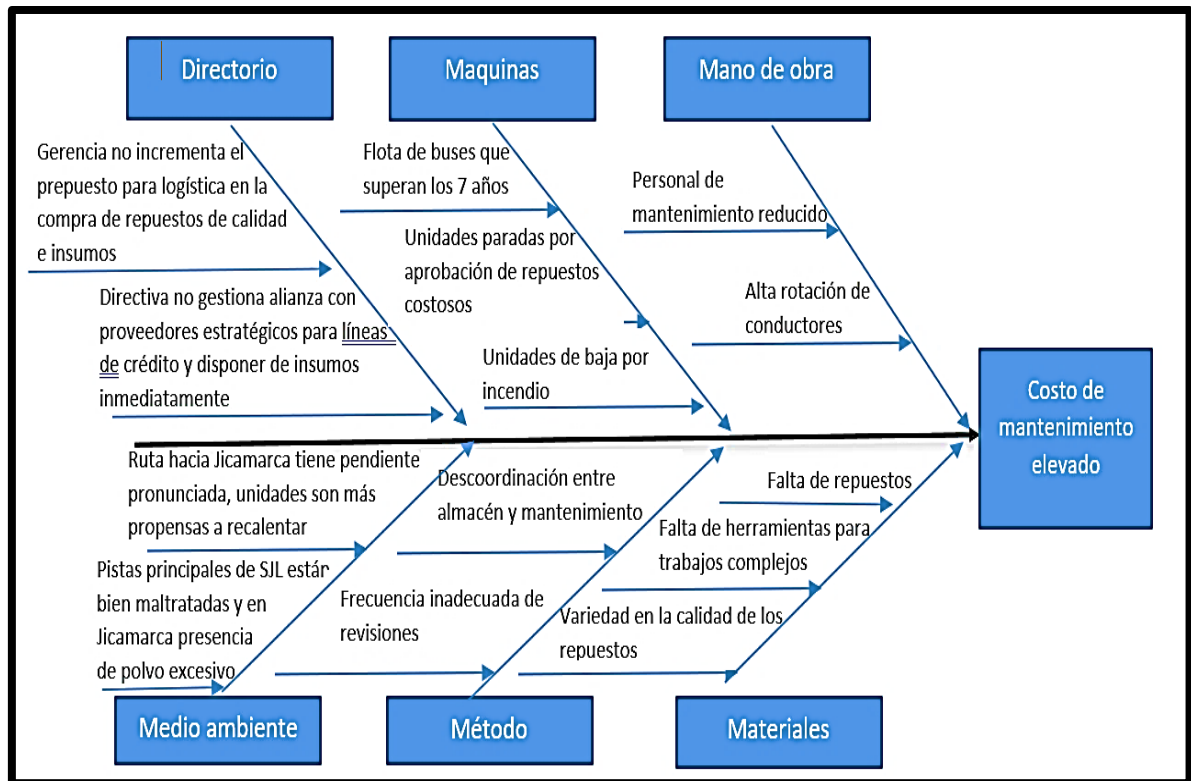
Ruta	Avenida	# de Serv. Prestados	Primer turno	Último turno
412	Tacna	6	04:00 a.m.	10:00 p.m.
404/405	Abancay	5	04:00 a.m.	10:00 p.m.

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la información proporcionada por el área de operaciones, cada bus recorre en promedio 385 kilómetros diarios, cifra obtenida mediante el monitoreo constante de las unidades. Tal como se expuso en el capítulo anterior, la gerencia autorizó que los mantenimientos se realicen cada 11,000 kilómetros recorridos. Si se considera el promedio diario mencionado, este intervalo equivale a aproximadamente 28.57 días. No obstante, para fines operativos y prácticos, cuando la unidad no presenta incidencias relevantes, se establece un periodo de 30 días como referencia para la programación del mantenimiento preventivo.

En la figura 10 se detalla el diagrama de Ishikawa con las principales causas que ocasionan los elevados costos de mantenimiento.

Figura 10:
Diagrama de Ishikawa: Costo de mantenimiento



Fuente: Elaboración propia

3.2. Diagnóstico de la situación actual de los buses del Corredor Morado para lograr el estado teórico

La operación inició con una flota de 80 unidades marca Mercedes Benz, modelo OF1721, las cuales presentan las siguientes características técnicas principales:

Tabla 8:
Características principales de la flota

Componente	Modelo
Motor	OM924LA
Caja de cambio	G85
Eje trasero	HL5-Z
Embrague	Monodisco 395 MM

Fuente: Elaboración propia

Luego de realizar el diagnóstico visual y funcional a las unidades al momento de la investigación, se determinó que la flota operativa disponible es de 68 unidades. Las 12 unidades restantes se encuentran inoperativas por diferentes motivos como: cuatro presentan daños severos producto de accidentes o incendios (véase figura 11 y 12), cuatro unidades vendidas para compensar la falta de liquidez y cuatro unidades paradas por falta de repuestos (véase figura 13). En este último caso, se prevé que podrán reincorporarse al servicio una vez que se cuenten con los repuestos para las reparaciones correspondientes. Sin embargo, respecto a las demás unidades, su retorno no está contemplado en el corto plazo, dado que ello implicaría una inversión considerable, la cual solo sería posible si los ingresos mejoran a través de una mayor recaudación por el servicio brindado o mediante un eventual subsidio del Gobierno.

Figura 11:
Unidad siniestrada por accidente de tránsito



Fuente: Fotografía tomada por el autor (2024)

Figura 12:
Unidad siniestrada por cortocircuito



Fuente: Fotografía tomada por el autor (2024)

Figura 13:
Buses en el área de mantenimiento



Fuente: Fotografía tomada por el autor (2024)

Para la reparación de culata de la unidad que se muestra en la figura 14, el tiempo estimado de armado es de 2 días desde que se tiene la disponibilidad de los repuestos. Asimismo, en el anexo 2 se presenta la cotización correspondiente a dicha reparación, la cual detalla los costos de repuestos requeridos para la ejecución del trabajo.

Figura 14:
Unidad 604 parada por requerimiento de culata nueva



Fuente: Fotografía tomada por el autor (2024)

En el caso de la reparación de caja de cambios, que se muestra en la figura 15, el tiempo estimado para el proceso de armado es de un día, desde que se tiene la disponibilidad de los repuestos. Además, el anexo 3 muestra la cotización asociada a esta intervención, donde se detalla los costos de los repuestos requeridos para la ejecución del trabajo.

Figura 15:
Unidad 608 parada por falta de repuestos para caja de cambio



Fuente: Fotografía tomada por el autor (2024)

En la figura 16 se observa el procedimiento de cambio de zapatas de freno de la unidad evaluada. El tiempo estimado para el armado es de aproximadamente cuatro horas, desde que se dispone de los repuestos necesarios. Esto incluye una limpieza profunda de los patines que están bañados de aceite, con el propósito de evitar que los bloques nuevos se cristalicen con la temperatura de trabajo durante la operación. Asimismo, el anexo 4 presenta la cotización correspondiente a esta intervención, donde se detalla los costos de los repuestos requeridos para la ejecución del trabajo.

Figura 16:
Unidad 565 parada por falta de zapatas en sobremedida y accesorios



Fuente: Fotografía tomada por el autor (2024)

Las unidades que se encuentran operativas o presentan fallas menores suelen requerir únicamente el recambio o la reparación de subcomponentes no críticos, los cuales no comprometen directamente la disponibilidad del vehículo. Entre estos destacan los servos de embrague, válvulas de aire, válvulas de pedal de freno, válvulas secadoras de aire, alternadores y servos de dirección, como se muestra en la figura 17.

Estas intervenciones, aunque de menor complejidad técnica, resultan esenciales para mantener la confiabilidad del sistema y evitar que una falla menor evolucione en un daño mayor. Además, permiten optimizar los tiempos de atención en el taller y reducir los costos operativos asociados al mantenimiento correctivo, contribuyendo así a la continuidad del servicio y a la eficiencia general de la flota.

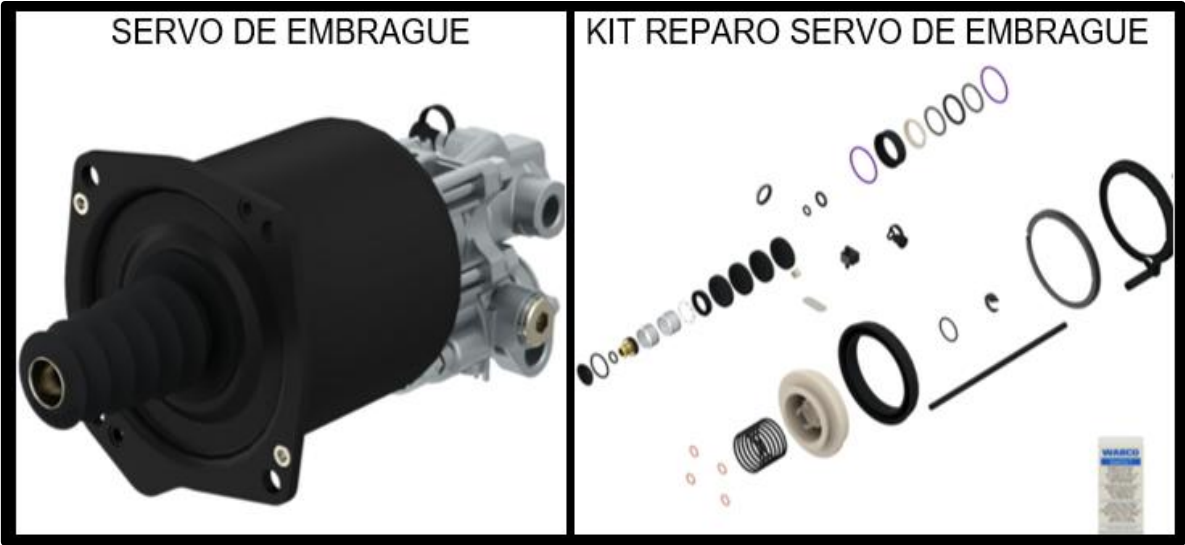
Figura 17:
Productos de fallas menores



Fuente: Fotografía tomada por el autor (2024)

En la mayoría de los casos, estos componentes pueden ser reparados al menos una vez, alcanzando un ciclo de vida similar al de una pieza nueva; tal es el caso del servo de embrague, ilustrado en la figura 18. No obstante, se generan demoras debido al tiempo requerido para el desmontaje y a la disponibilidad en almacén de los kits de reparación, lo que incrementa la duración de una tarea que, en condiciones ideales, no debería resultar compleja.

Figura 18:
Subconjunto Servo de embrague nuevo junto a su kit de reparación



Fuente: ZF Aftermarket. (s.f). Servo de embrague y kit de reparación. Catalogo WABCO

Finalmente, en la Tabla 9 se presentan los tiempos estimados para estas reparaciones, diferenciando entre el proceso de desmontaje e instalación y el tiempo efectivo destinado a la reparación. Esta distinción permite evaluar con mayor precisión la eficiencia del mantenimiento y optimizar la planificación de recursos técnicos y logísticos.

Tabla 9:
Tiempo promedio de reparación de subcomponentes utilizando el mismo conjunto

Descripción del subcomponente	Tiempo de desmontaje e instalación (horas)	Tiempo de reparación (horas)
Zapatas remachadas listas para instalar	1	2,5
Compresor de aire reparado	1	1
Servo de embrague reparado	0,5	1
Alternador reparado	0,75	1
Servo de dirección reparado	0,75	0,5
Arrancador de motor	0,75	1

Fuente: Elaboración propia

En enero 2024, se realizó la acción correctiva correspondiente a la reparación del motor de la unidad Padrón 565, proceso que requirió 10 días para devolver la unidad a

condiciones operativas. En la Tabla 10 se presentan los tiempos empleados, mientras que en el anexo 5 se especifican los componentes utilizados durante la reparación.

Tabla 10:
Detalle del número de días empleados en la reparación total del motor del padrón 565

Cronograma de actividad en la reparación del motor	Días empleados
Evaluación y diagnóstico de la falla	1
Desmontaje del motor	1
Trabajo del rectificador	5
Armado e instalación del motor	3
TOTAL DE DÍAS EMPLEADOS	10

Fuente: Elaboración propia en base a reportes de la empresa

No obstante, en marzo del mismo año, la unidad de padrón 565 volvió a presentar una falla en el motor, lo que obligó a ejecutar nuevamente una reparación general correctiva. Debido a la magnitud de la inversión, la gerencia solicitó la elaboración de un informe detallado con la evaluación y diagnóstico de la avería, dado que no resultaba justificable que la intervención realizada en enero solo hubiera permitido un funcionamiento aproximado de dos meses. El diagnóstico concluyó que la circulación del aceite en los conductos de lubricación se interrumpió por el desprendimiento de una pieza, tal como se observa en la figura 19.

Figura 19:
Evidencia del desprendimiento del tamiz bomba de aceite



Fuente: Imagen extraída del reporte de fallas de la empresa

La pieza desprendida fue succionada por la bomba de aceite, tal como se observa en la figura 20, generando una obstrucción en el sistema de lubricación del motor. Esta interferencia impidió la correcta circulación del aceite hacia los conductos internos, lo que provocó una pérdida súbita de presión y, en consecuencia, el bloqueo total del motor, ocasionando su apagado inmediato. Este tipo de falla evidencia que un componente defectuoso o puede desencadenar daños severos y costosas reparaciones en un corto periodo de operación.

Figura 20:
Evidencia del colector de aceite



Fuente: Imagen extraída del reporte de fallas de la empresa

La pieza en mención corresponde al tamiz de la bomba de aceite, la cual fue comprada en la marca alternativa MIC, con código 0217 y un precio de 28 soles. La forma correcta de su funcionamiento se muestra en la figura 21.

Figura 21:
Evidencia del colector de aceite en su correcta instalación



Fuente: Luvita Comercial Ltda (s.f.) Tamiz de tubo de succión de bomba de aceite. Catalogo Luvita

Por último, el motor, al operar sin la adecuada lubricación, continuó en funcionamiento hasta detenerse por completo, generando un daño mayor en otros componentes que requirieron ser reemplazados, tales como el eje cigüeñal y las bielas del motor, tal como se muestra en la figura 22. Esta situación ocasionó un incremento significativo en los costos de reparación, los cuales se detallan en el anexo 6, reflejando el impacto económico por economizar un pieza con un valor insignificante respecto a la inversión de toda la reparación.

Figura 22:
Evidencia piezas dañadas

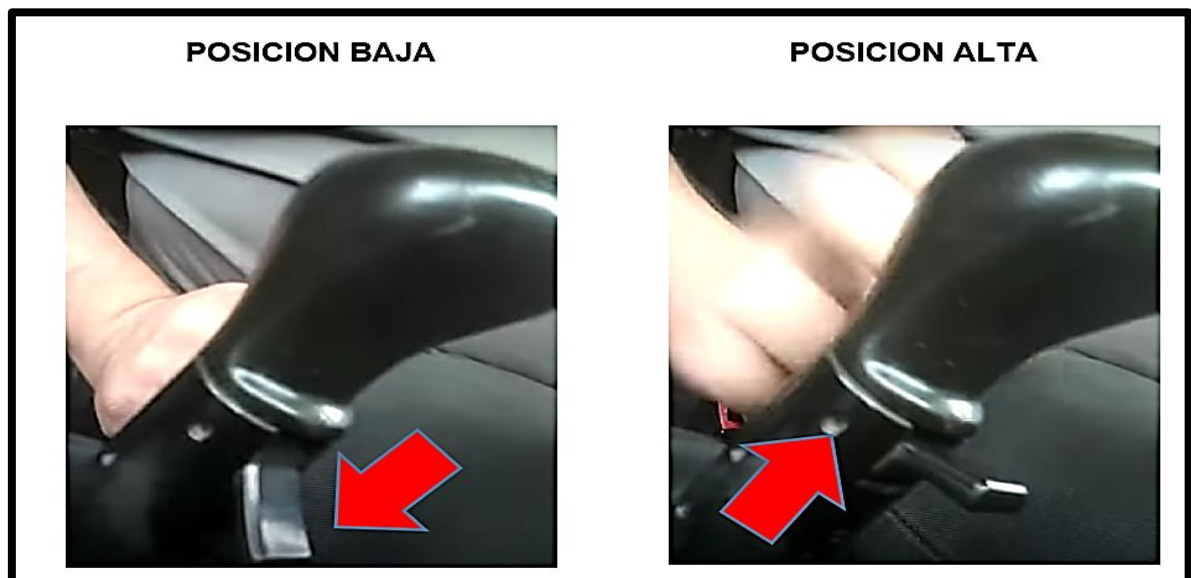


Fuente: Fotografía tomada por el autor (2024)

Estos escenarios requieren la acción inmediata del área de mantenimiento de la flota, por ello proponemos optimizar el plan de mantenimiento que permita reducir los costos de mantenimiento para llegar al punto de equilibrio que requiere la empresa para no depender del Estado Peruano.

Otro caso se presentó en diciembre de 2024, cuando fue necesario realizar una reparación correctiva del piñón y la corona, a causa de una mala manipulación del sistema de transmisión. Estos buses están equipados con un sistema de doble diferencial en el modelo HL5Z, el cual incorpora en la palanca de cambios un botón que activa el sistema de ruster (figura 23), diseñado específicamente para su uso en pendientes.

Figura 23:
Posición de válvula de ruster



Fuente: Fotografía tomada por el autor (2024)

No obstante, no todos los conductores tienen el conocimiento de cómo se manipula este sistema, es por ello por lo que la unidad, de padrón 608, sufrió un daño grave que partió el castillo de la corona (figura 24) ya que el conductor manipuló el sistema de manera temeraria. Los técnicos precisaron que, en este sistema, no existe inconveniente al realizar el cambio de baja a alta velocidad durante el recorrido; sin embargo, para efectuar el cambio de alta a baja velocidad, el vehículo debe encontrarse completamente detenido, tal como lo establece el manual del fabricante.

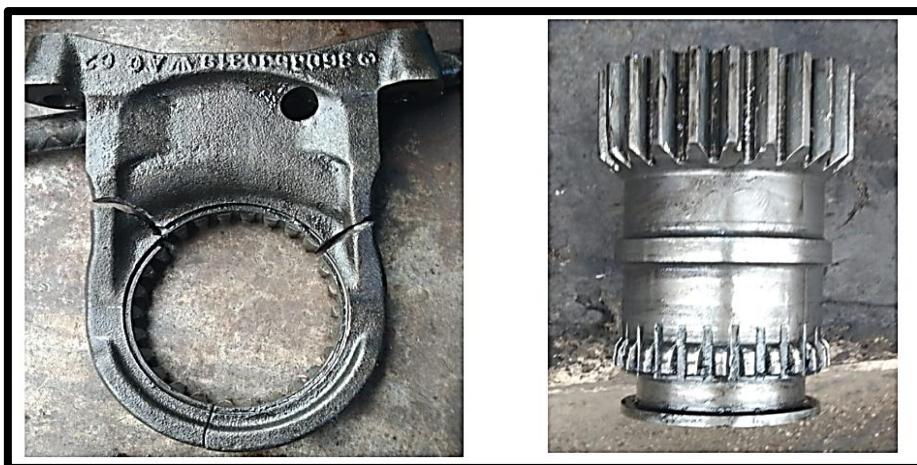
Figura 24:
Constancia del castillo de la corona dañado



Fuente: Fotografía tomada por el autor (2024)

Al tratarse de una negligencia del conductor, la empresa decidió utilizar el fondo acumulado individualmente por cada conductor, destinado para cubrir este tipo de contingencias. De esta manera, se procedió a la compra inmediata de los repuestos, evitando que la unidad permaneciera inoperativa por un tiempo prolongado. De acuerdo con la información proporcionada por el área de almacén, el costo de los repuestos ascendió a más de S/ 7,500.00, sin considerar la mano de obra ni otros costos asociados (figura 25) a la reparación.

Figura 25:
Componentes externos al castillo, pero complementarios



Fuente: Fotografía tomada por el autor (2024)

3.3. Determinación de elementos críticos

A continuación, se procedió a determinar la criticidad de los componentes de las unidades, considerando tanto su nivel de incidencia en las fallas como el impacto que generan en la operatividad de la flota. Este análisis permitió identificar aquellos elementos cuya falla puede ocasionar paradas prolongadas, elevados costos de reparación o riesgos en la seguridad de las operaciones. Asimismo, se evaluaron las fallas recurrentes registradas en el historial de mantenimiento, lo que facilitó establecer patrones y priorizar los componentes que requieren mayor control y seguimiento dentro del plan de mantenimiento preventivo y correctivo.

3.3.1. Principales componentes del bus

Un bus de transporte público, independientemente de la marca del chasis o del fabricante, está conformado por un conjunto de componentes principales que en su conjunto garantizan la movilidad, seguridad y operatividad de la unidad. Estos elementos estructurales y mecánicos cumplen funciones específicas, pero a la vez trabajan de manera integrada para asegurar que el vehículo pueda desempeñar adecuadamente su servicio en condiciones urbanas y de alta demanda. Entre los componentes más relevantes se encuentran detalladas en la tabla 11 e ilustradas en la figura 26.

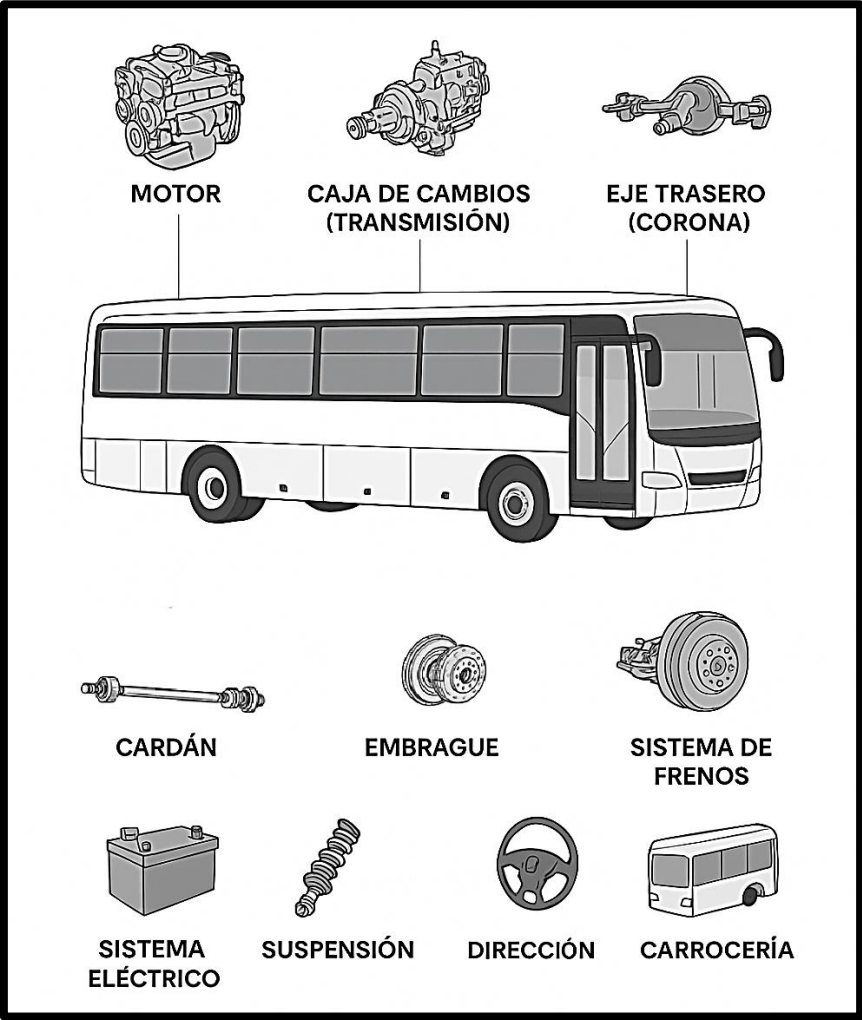
Tabla 11:
Componentes principales del bus y su función

Componente	Función principal
Caja de cambios (transmisión)	Regula y transmite la potencia del motor a las ruedas, adaptando la velocidad y fuerza de tracción según las condiciones de operación.
Cardán	Conecta la caja de cambios con el diferencial trasero, transmitiendo el movimiento incluso con variaciones en el ángulo de trabajo.
Carrocería	Estructura externa que brinda soporte, protección y espacio a los pasajeros, integrando además elementos de seguridad y diseño.
Dirección	Permite al conductor controlar la trayectoria del bus orientando las ruedas delanteras mediante mecanismos de control.

Eje trasero (corona)	Transmite la fuerza de la caja de cambios hacia las ruedas posteriores, asegurando el desplazamiento del vehículo.
Embrague	Acopla y desacopla el motor de la caja de cambios, facilitando cambios de marcha sin dañar engranajes y asegurando un arranque suave.
Motor	Genera la energía mecánica necesaria para el movimiento del bus, transformando la energía química del combustible en potencia.
Sistema de frenos	Detiene o reduce la velocidad del bus mediante acción mecánica o neumática, garantizando seguridad en la conducción.
Sistema eléctrico	Suministra y distribuye energía eléctrica para encendido, iluminación, señalización y control de sistemas electrónicos.
Suspensión	Absorbe irregularidades del camino, aportando estabilidad, confort y protección a los componentes estructurales.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 26:
Componentes principales del bus



Fuente: Elaboración propia

3.3.2. Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF)

La recopilación y sistematización de la información histórica de fallas, junto con la identificación de sus causas, constituye un insumo fundamental para determinar los componentes críticos de la flota. En ese sentido, se aplicó la metodología del Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF), cuyo propósito es calcular el Número de Prioridad de Riesgo (NPR), indicador que permite jerarquizar las fallas en función de su severidad, frecuencia de ocurrencia y nivel de detectabilidad, tal como se muestra en la Tabla 12. Para el presente estudio, dicho análisis se aplicó a una unidad representativa de la flota, dado que las características técnicas de los buses son uniformes, lo que asegura la validez del procedimiento para el conjunto de vehículos.

Tabla 12:
AMEF de un bus Mercedes Benz OF1721

Sistema	Modo de Falla Potencial	Efecto de la Falla	Causa Potencial	S	O	D	NPR
Motor OM 924 LA	Recalentamiento	Pérdida de potencia, inmovilización	Fugas de refrigerante, radiador obstruido	5	2	3	30
Caja de cambios (G85)	Dificultad en cambios	Inmovilización, daños internos	Bajo nivel de aceite, desgastes sincronizadores	4	1	5	20
Eje trasero HL5Z	Dificultad en impulsar el vehículo	Golpeteo al iniciar el movimiento	Kit de planetarios desgastados	4	1	1	4
Cardan-SPL90	Holguras excesivas	Vibración y ruidos a altas revoluciones	Crucetas y chumaceras desgastadas o quebradas	4	2	3	24
Embrague-Monodisco 395MM	Dificultad de acople	Sin posibilidad de operación	Desgaste del revestimiento del disco, diafragma fatigado	5	5	4	100
Sistema de frenos a tambor/aire	Pérdida de presión	Riesgo de accidente por falta de frenado	Fugas en mangueras o válvulas y desgaste de las zapatas	5	5	5	125
Sistema eléctrico (alternador/baterías)	Descarga de baterías/ Sin iluminación	Parada del bus, fallas en arranque	Regulador defectuoso, batería agotada, relay cruzado	2	2	2	8
Suspensión - Muelles	Pérdida de confort	Incomodidad, daños en chasis, desgaste desigual	Amortiguadores rendidos, muelles rotos	2	1	2	4
Dirección	Pérdida de asistencia	Mayor esfuerzo del conductor, riesgo en maniobras	Fugas de fluido, bomba dañada, rotulas gastadas	5	1	2	10
Carrocería / estructura	Abolladuras	Debilidad estructural	Colisiones	2	2	2	8

Leyenda:  S: Severidad  O: Ocurrencia  D: Detectabilidad

Fuente: Elaboración propia

Este análisis permite clasificar los elementos según el nivel de riesgo que representan, considerando tanto la probabilidad de ocurrencia de fallas como su severidad e impacto en la operación. En la tabla 13 se presentan los resultados obtenidos, mostrando la relación entre el NPR y la frecuencia relativa de cada componente, así como la frecuencia acumulada, lo que facilita la posterior elaboración del diagrama de Pareto para determinar los componentes de mayor incidencia en el sistema.

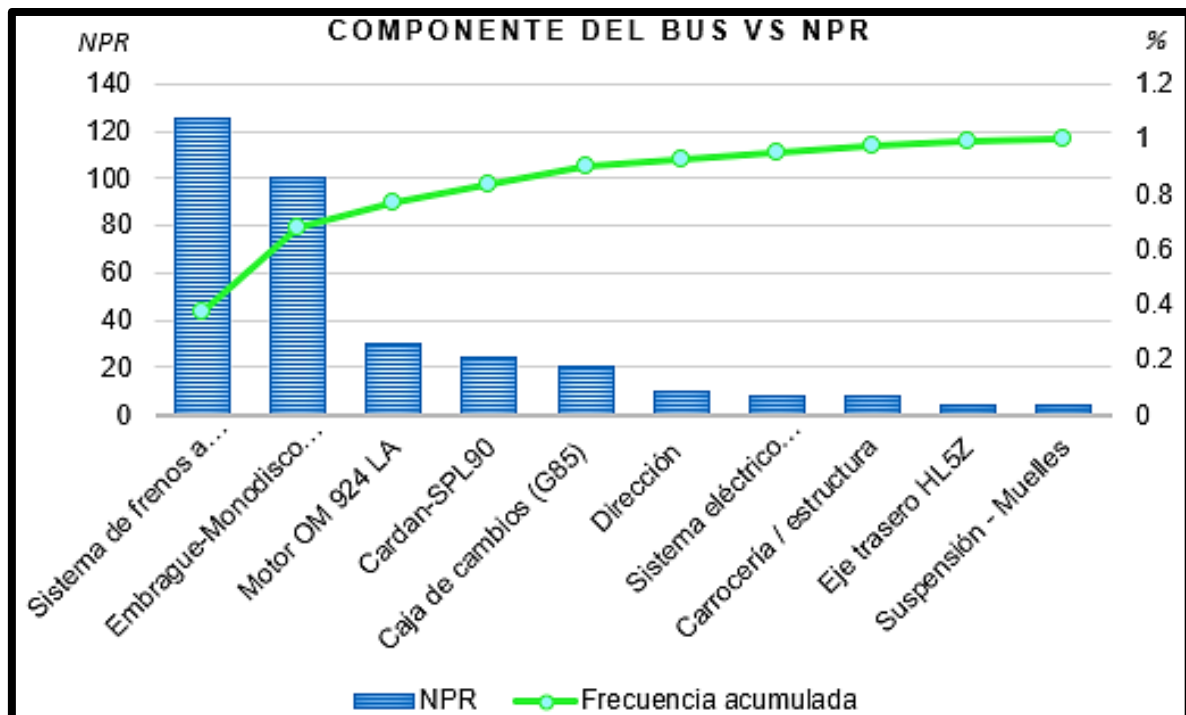
Tabla 13:
NPR y la frecuencia por componente

Componente	NPR	Frecuencia	Frecuencia acumulada
Sistema de frenos a tambor/aire	125	37.54%	37.54%
Embrague-Monodisco 395MM	100	30.03%	67.57%
Motor OM 924 LA	30	9.01%	76.58%
Cardan-SPL90	24	7.21%	83.78%
Caja de cambios (G85)	20	6.01%	89.79%
Dirección	10	3.00%	92.79%
Sistema eléctrico (alternador/baterías)	8	2.40%	95.20%
Carrocería / estructura	8	2.40%	97.60%
Eje trasero HL5Z	4	1.20%	98.80%
Suspensión - Muelles	4	1.20%	100.00%

Fuente: Elaboración propia

El análisis conjunto del AMEF y el diagrama de Pareto permite identificar con claridad los componentes más críticos de los buses del Corredor Morado. El gráfico mostrado en la figura 27, expone los resultados obtenidos del Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF), reflejando los valores del Número de Prioridad de Riesgo (NPR) correspondientes a los distintos sistemas y componentes de los buses evaluados. Asimismo, incorpora la frecuencia acumulada, lo que permite identificar con mayor claridad cuáles son los elementos que concentran el mayor nivel de criticidad dentro de la flota.

Figura 27:
Diagrama de Pareto: Componente del Bus vs NPR



Fuente: Elaboración propia

El gráfico de Pareto refuerza este hallazgo al mostrar que más del 76% de la criticidad total se concentra en tres componentes principales: frenos, embrague y motor. Esto confirma que, bajo el principio de Pareto, un número reducido de causas concentra la mayoría de los problemas.

3.3.3. Fallas por componente

Como se aprecia en la Tabla 14, de acuerdo con el número de fallas registradas, los componentes más críticos corresponden al sistema de frenos y al embrague. Este resultado guarda coherencia con lo evidenciado en el análisis de modos y efectos de falla (AMEF) presentado en la Tabla 12, en la cual dichos elementos también destacan por concentrar los valores más elevados del Número de Prioridad de Riesgo (NPR). De esta manera, se confirma que ambos componentes representan las principales fuentes de riesgo operativo y requieren una atención prioritaria en los planes de mantenimiento preventivo.

Tabla 14:*Número de fallas totales de los padrones 565, 604 y 608 por componente*

Componente	# Fallas
Sistema de frenos a tambor/aire	54
Embrague-Monodisco 395MM	49
Motor OM 924 LA	30
Sistema eléctrico (alternador/baterías)	25
Carrocería / estructura	23
Dirección	21
Cardan-SPL90	14
Eje trasero HL5Z	12
Caja de cambios (G85)	7
Suspensión - Muelles	5
TOTAL DE FALLAS	240

Fuente: Elaboración propia

El registro de 240 fallas en total evidencia que los componentes más críticos corresponden al sistema de frenos a tambor/aire (54 fallas) y al embrague monodisco (49 fallas), los cuales concentran casi la mitad de las incidencias reportadas. En un tercer nivel de frecuencia destacan el motor OM 924 LA (30) y el sistema eléctrico (25), mientras que el resto de los componentes como carrocería, dirección y cardán presentan valores intermedios. Finalmente, la suspensión y la caja de cambios muestran una menor proporción de fallas, con 5 y 7 reportes respectivamente. Estos resultados confirman la necesidad de priorizar acciones de mantenimiento preventivo en los sistemas de mayor recurrencia para garantizar la confiabilidad de la flota.

3.3.4. Reporte de principales fallas

Con el propósito de sistematizar la información obtenida durante el análisis de mantenimiento, se elaboró una relación de las fallas más frecuentes detectadas en las unidades (tabla 15), junto con sus causas principales y las acciones correctivas ejecutadas.

Tabla 15:

Reporte de principales fallas de los buses seleccionados

Falla del bus	Motivo	Acción
Compresor de aire no carga	Válvulas carbonizadas	Cambiar culatín nuevo
Temperatura de motor elevada	Embrague viscoso rendido	Cambiar hélice ventilador
Temperatura de motor elevada	Hélice ventilador de plástico quebrado	Cambiar viscoso
Temperatura de motor elevada	Faja de bomba de agua	Cambiar faja de bomba de agua
Junta de culata soplada	Vehículo se encontró sin refrigerante	Cambiar culata nueva
Fuga de aire en los pulmones de freno	Diafragma reventado	Cambiar diafragmas
Perdida de refrigerante por la bomba de agua	Sello de bomba dañado/rodaje con desgaste	Cambiar bomba de agua nueva
Filtración de aceite por la distribución	Reten de cigüeñal rendido	Cambiar reten de cigüeñal
Vehículo no desarrolla potencia	Admisión del turbo con presencia de aceite	Cambiar turbo compresor
Sonido al girar la dirección del timón	Bomba servo de dirección con fuga de hidrolina	Cambiar bomba servo de dirección
Vehículo no frena	Falta de regulación	Cambiar ajustadores de freno
Vehículo no frena	Tambores de freno quebrados	Cambiar tambores de freno con bloques en STD
Palanca de cambio se colgó	Rotula de palanca destrozada	Cambiar rotula palanca de cambio y kit de bocinas

Las puertas de acceso no se abren	Cilindros nemático con fuga de aire	Cambiar accesorios del cilindro
Limpiaparabrisas no funciona	Olor a quemado	Cambiar motor trico
Luces del salón y de alumbrado no encienden	Alternador no carga	Reparar alternador
Bomba de embrague no tiene presión	Fuga de aire en el servo de embrague	Cambiar servo de embrague
No ingresa los cambios	Plato presor rendido	Cambiar kit de embrague completo
Consumo excesivo de combustible	Sistema de inyección	Cambiar inyectores de combustible
Consumo excesivo de aceite	Camisa y anillo con desgaste	Reparación general de motor
Ruido excesivo en el motor	Rodajes de los tensores de faja con desgaste	Cambiar rodamientos y la faja distribución
Vibración del motor	Soportes de motor desprendidos	Cambiar soporte de motor
Vehículo no avanza	Diferencial bloqueado	Cambiar todo el diferencial
Ingresa los cambios menos la tercera marcha	Sincronizador de tercera comprometido	Cambiar conjunto sincronizador de 3/4
Desgaste de neumáticos desigual	Pines y bocinas y terminales con desgaste	Cambiar pines y bocinas con los terminales de dirección
Las ruedas son bloquearon	Freno bloqueado	Cambiar bloques de freno
Las ruedas son bloquearon	Rodajes de rueda sin lubricante	Cambiar rodamientos, retenes y grasa nueva
Cardan cayó al suelo	Chumaceras de cardan quebradas	Cambiar kit de chumaceras con cruceta de cardan - engrase
Caja de cambio con fugas de aceite	Retenes de caja rendidos	Cambiar kit de retenes de caja de cambio
Fuga de combustible en el motor	Cañerías de combustible quebradas	Cambiar juego de cañerías de inyector
Fuga de refrigerante por el motor	Cañería de refrigerante oxidada	Cambiar cañerías de refrigerante

Fuente: Elaboración propia

3.3.5. Indicadores de las muestras

Para las unidades analizadas durante el año 2024, se registró un tiempo total entre fallas (MTBF) de 13,589 horas, un tiempo total de reparación (MTTR) de 1,054 horas y un total de 240 fallas reportadas, como se muestra en la tabla 16. A partir de estos valores, se obtuvo una disponibilidad operativa promedio del 92.80%, lo que refleja un desempeño aceptable en la gestión de mantenimiento.

No obstante, la unidad con padrón 565 presentó una disponibilidad inferior de 90.80%, debido a que experimentó dos fallas consecutivas en el motor, siendo la segunda de mayor gravedad al producirse por falta de lubricación, lo que generó un mayor tiempo de inmovilización y costos adicionales de reparación.

Tabla 16:
Indicadores de las unidades en estudio

Nº	Padrón	Marca Modelo	TTF	TTR	# Fallas	MTBF	MTBR	Disponibilidad
1	565	MERCEDES BENZ OF1721	3,899	395	73	53,41	5,41	90,80
2	604	MERCEDES BENZ OF1721	4,992	360	80	62,40	4,50	93,27
3	608	MERCEDES BENZ OF1721	4,698	299	87	54,00	3,44	94,02
TOTALES			13,589	1,054	240	56,62	4,39	92,80

Fuente: Elaboración propia según reportes de mantenimiento

Según el plan de mantenimiento preventivo de la empresa, los principales subcomponentes en el sistema de frenos a inspeccionar son:

- Juego de Bloques, tienen que ser cambiadas en el momento adecuado para evitar daños al tambor.
- Juego de Remaches, fijan al bloque con el patín de freno.
- Juego de Resortes, responsable del retorno del freno en la rueda
- Juego de Retenes de rueda, evitan que la grasa ingrese a los bloques.

- Tambores de freno, responsable de detener el vehículo al entrar en fricción con el bloque.
- Rodaje de rueda, toda rueda lleva uno interno y otro externo
- Válvulas de aire: tenemos a compresora de aire, pedal de freno, relay, secador de aire, válvula de 4 vías, pulmones de freno. En el caso de estas válvulas, se verifican que no haya fugas de aire, en caso de detectarse, se procede a reparar en primera instancia o caso contrario a ser cambiada por completo por una nueva.

Paralelamente al plan de mantenimiento, será indispensable contar con el apoyo estratégico del área de almacén, especialmente en la selección de productos de calidad y en la gestión del inventario mínimo indispensable. Esto permitirá evitar reparaciones reiterativas por el uso de repuestos defectuosos y, al mismo tiempo, reducir los tiempos de inactividad derivados de la falta de disponibilidad de componentes en el momento oportuno.

En etapas anteriores, el almacén adquiría repuestos originales o certificados directamente del concesionario o de distribuidores oficiales de autopartes, garantizando la confiabilidad de los componentes. Sin embargo, la restricción presupuestal en los últimos periodos ha obligado a optar por alternativas de menor costo, particularmente en tambores de rueda y pulmones de freno de fabricación china. Estos productos, al no estar diseñados para soportar las exigencias de las unidades de transporte pesado, han mostrado fallas prematuras, comprometiendo la seguridad y aumentando los costos de mantenimiento.

Se ha evidenciado que, en menos de tres meses, los tambores y pulmones instalados en tres unidades presentaron rupturas y pérdidas de presión, como se observa en la figura 28, donde se muestran los pulmones reventados, y en la figura 29, correspondiente a los tambores de freno dañados.

Figura 28:
Pulmones reventados



Fuente: Fotografía tomada por el autor (2024)

Figura 29:
Tambores de frenos reventados



Fuente: Fotografía tomada por el autor (2024)

Este hecho demuestra la necesidad fortalecer los controles de calidad en el proceso de compra de repuestos. Asimismo, se resalta la importancia de mantener estándares de

calidad y control en la cadena de suministro, especialmente en sistemas críticos como el de frenos, cuya falla podría derivar en siniestros de alto costo y riesgo operativo.

Otro componente crítico identificado es el sistema de embrague, el cual, si bien no ha presentado reclamos por durabilidad ni garantía, muestra una alta dependencia del estilo de conducción del operador. Tal como se mencionó en el capítulo anterior, la empresa presenta una rotación elevada de conductores, incluyendo algunos que no poseen la pericia necesaria para manejar unidades de 12 metros, lo que repercute directamente en el desgaste prematuro del sistema.

En la figura 30 se observa el plato y disco del padrón 565, donde se evidencia un desgaste irregular producto de una mala práctica de conducción, ya que el operador mantenía el pie apoyado en el pedal del embrague de forma constante.

Figura 30:

Plato y Disco padrón 565, conductor con el pie en el embrague en todo momento



Fuente: Fotografía tomada por el autor (2024)

Por su parte, la figura 31 muestra el plato y disco del padrón 604, cuyo kit de embrague se quemó debido al ingreso de aceite al sistema, lo que ocasionó la pérdida total de adherencia entre los componentes.

Figura 31:

Plato y Disco padrón 604, kit de embrague se quemó por haber ingresado aceite al sistema



Fuente: Fotografía tomada por el autor (2024)

Finalmente, en la figura 32 se presenta el plato y disco del padrón 608, donde el disco de embrague quedó completamente destrozado como consecuencia de una reducción brusca de cambio, práctica que genera un esfuerzo excesivo sobre el conjunto mecánico.

Figura 32:

Plato y Disco padrón 608, disco de embrague destrozado por haber reducido el cambio de manera brusca



Fuente: Fotografía tomada por el autor (2024)

Estos casos evidencian la importancia de la capacitación técnica continua de los conductores, así como la necesidad de implementar controles operativos que aseguren hábitos de conducción adecuados, con el fin de prolongar la vida útil del sistema de embrague y reducir los costos asociados al mantenimiento correctivo.

Capítulo IV. Resultados, Contrastación de Hipótesis y Discusión

Resultados

4.1. Análisis de resultados

A fin de detallar los costos asociados a los componentes críticos, se ha identificado la necesidad de fortalecer la coordinación entre el área de mantenimiento y el área de logística, especialmente en la evaluación de proveedores y la calidad de los productos adquiridos. En los últimos periodos, logística ha venido realizando pruebas de durabilidad en productos de origen chino sin marca registrada, motivadas por su menor costo; sin embargo, los resultados obtenidos demuestran que el ahorro inicial no compensa el bajo desempeño de los componentes, generando desgastes prematuros, reparaciones repetitivas, tiempos de inactividad prolongados y reprocesos del personal técnico.

Actualmente, existe una amplia oferta de proveedores globales, tanto de fabricantes de equipo original como de alternativos. No obstante, surge la interrogante de cómo garantizar la calidad ante la diversidad de marcas y procedencias. Por ello, se han establecido criterios de selección y homologación de marcas alternativas, con el objetivo de asegurar la confiabilidad y el desempeño de los repuestos:

- Disponer del certificado de gestión de calidad ISO 9001
- Contar con el certificado IATF 16949, aplicable específicamente al sector automotriz
- Acreditar años de experiencia y reputación comprobada en el mercado
- Ofrecer garantías adecuadas y soporte postventa
- Realizar pruebas de desempeño en campo, comparando parámetros técnicos frente al equipo original

En este sentido, la norma IATF 16949 —de alcance internacional— amplía los requisitos de la ISO 9001, incorporando exigencias específicas del sector automotriz relacionadas con la optimización continua, la eficiencia operativa y la trazabilidad de la

calidad. Al revisar la información de diversos fabricantes, se identificó que muchos no poseen certificación alguna, un grupo reducido cuenta solo con la ISO 9001, y pocos fabricantes cumplen con la norma IATF 16949, lo que evidencia la necesidad de aplicar criterios rigurosos de selección.

En el caso del sistema de frenos, se observó una mayor variedad de fabricantes debido a la diversidad de componentes involucrados —pulmones de freno, bloques, tambores y válvulas neumáticas—. Los pulmones de freno originales pertenecen a la marca WABCO (de origen brasileño), la que se muestra en la figura 33, con un precio unitario de S/ 650.00, y suelen reemplazarse en pares, alcanzando un costo total de S/1,300.00.

Figura 33:
Pulmón de freno WABCO original



Fuente: ZF Aftermarket. (s.f.) Spring Brake Actuator. Catalogo WABCO 9253024440

Para la misma línea, se evaluó la marca alternativa TKL (de origen chino), la cual cumple con los parámetros mínimos establecidos y cuenta con certificación IATF 16949, como se muestra en la figura 34, con un precio por pareja de S/ 320.00. Asimismo, las pruebas de campo mostraron que, si bien representan una alternativa económica, su durabilidad es similar frente a los componentes originales.

Figura 34:
Pulmón de freno marca TKL (IATF 16949)



Fuente: Ital Frenos Chile. (2019). Nuevos Pulmones de Freno - Línea Pesada – TKL General Truck. Publicado en Facebook

Los tambores de freno llegan como equipo original bajo la marca FRUM, de origen brasileño, con un precio unitario de S/ 800.00 para los tambores posteriores. Generalmente, estos se reemplazan en pares, por lo que el costo total asciende a S/1,600.00. Para la misma línea, se evaluó la fábrica DURAMETAL, también de origen brasileño, la cual cumple con los parámetros técnicos y de calidad establecidos; el precio por pareja es de S/ 1,000.00, como se muestra en el anexo 7. En el caso de los tambores delanteros, los costos son menores debido a su menor tamaño.

En la figura 35 se presentan los tambores de freno FRUM y DURAMETAL, donde se aprecia la similitud dimensional entre ambos componentes, así como las diferencias en el acabado y composición del material.

Figura 35:
Tambores de freno FRUM y DURAMETAL



Fuente: Fotografía tomada por el autor (2024)

Los bloques de freno llegan como equipo original bajo la marca DUROLINE, de origen brasileño, con un precio promedio de S/ 190.00 por juego posterior, siendo que cada juego corresponde a dos ruedas. Como alternativa, se evaluó la marca FRAS-LE, también de origen brasileño, la cual cumple con los parámetros técnicos mínimos, tal como se muestra en la constancia de certificado IATF 16949 en el anexo 8 y posee trayectoria en el sector automotriz, ofreciendo un precio por juego de S/ 150.00. En el caso de los bloques delanteros, los precios son ligeramente inferiores debido al tamaño y por ende menor materia prima requerida para la elaboración del mismo.

En la figura 36 se presentan los bloques de freno de las marcas DUROLINE y FRAS-LE, donde se observa similar característica, pero con diferencias de presentación en el embalaje.

Figura 36:
Bloque de frenos en la marca DUROLINE y FRAS-LE



Fuente: Fotografía tomada por el autor (2024)

Adicionalmente, en anexo 9 se detalla el presupuesto comparativo entre los bloques originales y los alternativos, mostrando que los segundos ofrecen una reducción de costo inmediata.

En cuanto al sistema de embrague, la marca que suministra el concesionario autorizado es SACHS, de origen brasileño, reconocida por su alta durabilidad y compatibilidad con las especificaciones del fabricante Mercedes-Benz. El precio del kit completo de embrague (véase figura 37), que incluye plato, disco y collarín, asciende a S/2,710.00. Este conjunto es de instalación estandarizada en la flota, debido a su rendimiento comprobado y su capacidad para soportar las condiciones de carga y operación propias del servicio urbano intensivo.

Además, en el anexo 10 se muestra el presupuesto correspondiente al kit de embrague de la marca SACHS, en el cual se detalla la cotización de los componentes, evidenciando el costo total del conjunto original y permitiendo establecer comparaciones económicas frente a alternativas del mercado. La información presupuestal también respalda la trazabilidad de las adquisiciones realizadas por el área de mantenimiento y la

justificación técnica del uso de componentes originales en función de su desempeño operativo.

Figura 37:
Kit de embrague marca Sachs



Fuente: Fotografía tomada por el autor (2024)

Se ha identificado a la marca PLATODIESEL, de origen brasileño, como una alternativa viable para su aplicación en el sistema de embrague. Esta marca cuenta con la certificación IATF 16949, se detalla el mismo en el anexo 11 y en el anexo 12 se deja constancia de la validez del certificado desde el portal de la entidad, que respalda la conformidad con los estándares internacionales de calidad exigidos por la industria automotriz. Además, posee más de 40 años de trayectoria en el mercado, ofreciendo productos reconocidos por su fiabilidad y compatibilidad con unidades Mercedes-Benz.

El kit completo de embrague, conformado por plato, disco y collarín, tiene un precio de S/ 1,600.00, lo que representa una opción económicamente más accesible frente a la marca original. No obstante, su desempeño fue monitoreado mediante pruebas de campo y análisis de durabilidad para garantizar que la reducción de costos inicial no afecte la eficiencia operativa del sistema obteniendo un ciclo de vida similar al fabricante de equipo original.

En la figura 38 se muestra el kit de embrague marca PLATODIESEL, donde se aprecian los componentes principales y su calidad de fabricación. De igual modo, el anexo 13 presenta el presupuesto correspondiente a la marca PLATODIESEL, en el cual se detallan los costos asociados a los repuestos necesarios para la ejecución del mantenimiento, permitiendo comparar objetivamente su conveniencia técnica y económica frente a la marca original.

Figura 38:
Kit de embrague marca PLATODIESEL



Fuente: Fotografía tomada por el autor (2024)

La Tabla 17 presenta el detalle de los costos de repuestos correspondientes a los subcomponentes críticos del sistema, tanto en su versión original como en alternativa, evidenciando un ahorro anual unitario de S/ 2,859.80. Si se proyecta este valor para la flota operativa de 68 buses, el ahorro total estimado por año asciende a S/ 194,466.40, lo cual representa un impacto económico significativo para la gestión del mantenimiento, siempre que se garantice la calidad y confiabilidad de los componentes alternativos utilizados.

Adicionalmente, se está evaluando la sustitución de la marca actual de filtros por una alternativa que cumpla con los requisitos técnicos y de certificación internacional, incluyendo la IATF 16949, con el propósito de optimizar la calidad de los insumos empleados en el mantenimiento preventivo. El cambio de filtros al ser parte del plan de mantenimiento se aplica de manera mensual y sistemática en la totalidad de la flota, asegurando la trazabilidad y estandarización del proceso, así como la reducción de costos sin comprometer la operatividad de las unidades.

Tabla 17:

Cuadro comparativo de precios entre productos originales y alternativos aplicados a una unidad

Artículo	Unidades requeridas por cambio	Veces cambiadas en un año	Precio unitario equipo original	Costo total del equipo original	Precio unitario alternativo	Costo total del alternativo
Kit embrague	1	1	S/ 2.710,00	S/ 2.710,00	S/ 1.600,00	S/ 1.600,00
Tambor delantero	1	2	S/ 600,00	S/ 1.200,00	S/ 450,00	S/ 900,00
Tambor posterior	1	3	S/ 800,00	S/ 2.400,00	S/ 500,00	S/ 1.500,00
Bloque de freno delant	2	0,33	S/ 170,00	S/ 112,20	S/ 140,00	S/ 92,40
Bloque de freno post	2	0,5	S/ 190,00	S/ 190,00	S/ 150,00	S/ 150,00
Pulmón de freno	2	0,5	S/ 650,00	S/ 650,00	S/ 160,00	S/ 160,00
TOTAL				S/ 7.262,20		S/ 4.402,40

Fuente: Elaboración propia

Los filtros actualmente utilizados en la flota pertenecen a la marca MANN, de origen brasileño, reconocida por ser proveedora de equipo original para Mercedes-Benz. Se propone su sustitución por la marca TECFIL, también de origen brasileño, la cual cumple

con los requisitos técnicos y certificaciones internacionales, incluyendo la IATF 16949 que se detalla en el anexo 14, lo que la convierte en una alternativa viable para el mantenimiento preventivo de las unidades.

En el anexo 15 se muestra el presupuesto de los filtros de la marca MANN, considerados como equipos originales de fábrica, evidenciando su calidad y autenticidad. En la figura 39 se aprecia que, además de llevar grabada la marca del filtro y el código original del fabricante, se incluye el logotipo de Mercedes-Benz, lo cual confirma su autorización mediante patente o convenio comercial directo con el fabricante de vehículos.

Figura 39:

Filtro fabricado por MANN para Mercedes Benz



Fuente: Implementos (s.f.) Filtro aire secundario CF1651 MB actross M&H

Por su parte, en el anexo 16 se presenta el presupuesto de los filtros de la marca TECFIL, alternativa seleccionada para pruebas de desempeño. Esta marca ofrece costos más competitivos y mantiene parámetros técnicos similares, representando una opción

atractiva desde el punto de vista económico, siempre que se mantenga un seguimiento controlado de su rendimiento en operación continua, además que los filtros se cambian de manera mensual y son de una sola aplicación.

La tabla 18 muestra el comparativo del presupuesto anual de filtros por unidad, evidenciando un ahorro de S/ 540.00 por bus al optar por la marca alternativa. Al proyectar este ahorro para la flota operativa de 68 unidades, se obtiene un ahorro total anual de S/ 36,720.00, lo que representa una reducción relevante en los costos directos de mantenimiento preventivo.

Si se consolidan los resultados de las tablas 17 y 18, el ahorro total anual estimado asciende a S/ 231,186.40, en comparación con un presupuesto inicial de S/657,029.60, lo que equivale a una reducción del 35.19% en los costos globales de repuestos y mantenimiento. Este resultado demuestra la efectividad de la estrategia de optimización del mantenimiento planeado (PMO) y la selección técnica de proveedores alternativos certificados, permitiendo mejorar la eficiencia económica del sistema sin comprometer la calidad ni la disponibilidad operativa de la flota.

Tabla 18:

Cuadro comparativo de precios entre productos originales y alternativos aplicados a una unidad

Artículo	Unidades requeridas por cambios	Veces cambiadas en un año	Precio unitario equipo original	Costo total del equipo original	Precio unitario alternativo	Costo total del alternativo
Filtro de aceite	1	12	S/ 40,00	S/ 480,00	S/ 18,00	S/ 216,00
Filtro de petróleo	1	12	S/ 25,00	S/ 300,00	S/ 28,00	S/ 336,00
Filtro separador	1	12	S/ 70,00	S/ 840,00	S/ 60,00	S/ 720,00
Filtro aire primario	1	4	S/ 115,00	S/ 460,00	S/ 95,00	S/ 380,00
Filtro aire secundario	1	4	S/ 80,00	S/ 320,00	S/ 52,00	S/ 208,00
TOTAL				S/ 2.400,00		S/ 1.860,00

Fuente: Elaboración propia

4.2. Contrastación de la hipótesis

Hipótesis específica 1

Hipótesis Nula H_0 : El análisis de la situación actual de la gestión de mantenimiento no permite identificar las acciones a considerar para la mejora del proceso y reducir los costos.

Hipótesis investigación H_i : El análisis de la situación actual de la gestión de mantenimiento permite identificar las acciones a considerar para la mejora del proceso y reducir los costos.

Decisión: El análisis de los resultados obtenidos demuestra que la evaluación de la situación actual de la gestión de mantenimiento permitió identificar acciones de mejora orientadas a la optimización del proceso. Estas acciones contribuyeron directamente a la reducción de los costos de mantenimiento, por lo que la hipótesis de investigación específica (H_i) planteada se acepta.

Hipótesis específica 2

Hipótesis Nula H_0 : El diagnóstico de la situación actual de los buses del Corredor Morado logra el cumplimiento estado teórico.

Hipótesis investigación H_i : El diagnóstico de la situación actual de los buses del Corredor Morado no logra el cumplimiento estado teórico.

Decisión: Los resultados del diagnóstico del estado de los buses del Corredor Morado permitieron contrastar las condiciones reales de la flota con el estado teórico definido en la investigación. La información obtenida validó dicho estado teórico, por lo que se acepta la hipótesis de investigación específica (H_i) correspondiente.

Hipótesis específica 3

Hipótesis Nula H_0 : La prioridad de intervención de los buses del Corredor Morado no se determina mediante la identificación de la criticidad de los componentes.

Hipótesis investigación H_i : La prioridad de intervención de los buses del Corredor Morado se determina mediante la identificación de la criticidad de los componentes.

Decisión: El análisis de criticidad aplicado a los componentes de los buses permitió establecer una priorización técnica de las intervenciones de mantenimiento. Esta priorización optimizó el uso de los recursos disponibles, confirmando lo planteado en la hipótesis de investigación específica(H_i), la cual se acepta.

Hipótesis específica 4

Hipótesis Nula H_0 : La reducción de los costos de mantenimiento no se verifican mediante el análisis de los resultados obtenidos tras el desarrollo del PMO.

Hipótesis investigación H_i : La reducción de los costos de mantenimiento se verifican mediante el análisis de los resultados obtenidos tras el desarrollo del PMO.

Decisión: El análisis comparativo de los costos de mantenimiento antes y después de aplicar la propuesta del plan de optimización del mantenimiento planeado evidenció una reducción cuantificable de S/ 231,186.40. Este resultado permite verificar objetivamente la reducción de los costos de mantenimiento, aceptándose la hipótesis de investigación específica (H_i) planteada.

Hipótesis General

Hipótesis Nula H_0 : La optimización del mantenimiento planeado no reduce los costos de mantenimiento de los buses del Corredor Morado.

Hipótesis investigación H_i : La optimización del mantenimiento planeado reduce los costos de mantenimiento de los buses del Corredor Morado.

Decisión: El análisis de los datos obtenidos a partir de la optimización del mantenimiento planeado evidencia una reducción significativa de S/ 231,186.40 en los costos de mantenimiento de la flota durante el periodo evaluado. Este resultado confirma que la propuesta de optimización no solo ha generado un impacto favorable, sino que dicho impacto es cuantificable y medible en la gestión del mantenimiento de la empresa.

Con base en la evidencia empírica recolectada, se procede a rechazar la hipótesis nula (H_0), que sostenía que la optimización del mantenimiento planeado no reduce los costos de mantenimiento de los buses del Corredor Morado. Por el contrario, se acepta la hipótesis de investigación (H_i), la cual plantea que la optimización del mantenimiento

planeado sí reduce dichos costos. De esta manera, los resultados respaldan la eficacia de la estrategia propuesta, consolidando su utilidad para fortalecer la gestión del mantenimiento en el contexto analizado.

4.3. Discusión de resultados

Los resultados obtenidos en la investigación muestran que el análisis de la situación actual de la gestión de mantenimiento permitió identificar de manera precisa las acciones necesarias para mejorar el proceso. La evaluación de los procedimientos operativos, la disponibilidad de repuestos y las características de la flota evidenció oportunidades claras para optimizar la planificación, en concordancia con lo planteado por Pardo (2017), quien demostró mejoras significativas mediante metodologías basadas en confiabilidad.

El diagnóstico del estado real de los buses del Corredor Morado confirmó las condiciones teóricas planteadas para el desarrollo del plan de Optimización del Mantenimiento Planeado (PMO). La homogeneidad de la flota Mercedes-Benz y la disponibilidad de soporte técnico facilitaron la elaboración de un panorama preciso de la situación inicial. Además, se identificó variabilidad en la calidad de los componentes disponibles en el mercado automotriz, lo cual coincide con lo señalado por Ayulo y Cubas (2023) respecto a las diferencias de desempeño según marca, certificación y origen de fabricación.

Sobre esta base, la identificación de la criticidad de los componentes se consolidó como un elemento esencial para priorizar las intervenciones. Este enfoque permitió dirigir los recursos hacia los sistemas de mayor impacto en la disponibilidad operativa, fortaleciendo la planificación y mejorando la eficiencia del proceso. La priorización técnica sustentó la estructura del PMO y aportó un criterio objetivo para orientar las acciones de mantenimiento.

En relación con el análisis económico, los resultados muestran una reducción del 35.19% en los costos de mantenimiento de repuestos al aplicar la propuesta del PMO como escenario de comparación. Este resultado confirma de manera objetiva el beneficio

potencial del plan y valida la diferencia entre el escenario actual y el escenario proyectado. Asimismo, el fortalecimiento de los criterios de selección y homologación de proveedores permitió asegurar la calidad y trazabilidad de los repuestos considerados, mediante certificaciones internacionales como ISO 9001 e IATF 16949.

En conjunto, el desarrollo del PMO evidenció un ahorro significativo y mejoras en la eficiencia operativa, la disponibilidad de la flota y la gestión estratégica de los recursos. La combinación del análisis de criticidad, la evaluación de proveedores y una planificación estructurada permitió equilibrar costos, calidad y desempeño técnico, consolidando un sistema de mantenimiento más confiable y sostenible dentro del escenario proyectado.

En conclusión, la evidencia empírica respalda que la optimización del mantenimiento planeado (PMO) aplicada al Corredor Morado genera eficiencia operativa sostenible, traducándose en una gestión técnica más precisa, una reducción real de costos y una mayor disponibilidad de la flota. Los resultados alcanzados reafirman la pertinencia de adoptar metodologías basadas en confiabilidad y análisis de criticidad, que no solo mejoran la gestión de activos, sino que también contribuyen a la competitividad y sostenibilidad económica del sistema de transporte urbano. A partir de estos hallazgos, el siguiente capítulo presentará las conclusiones y recomendaciones derivadas del estudio, orientadas a fortalecer la toma de decisiones estratégicas en la planificación del mantenimiento y la gestión de repuestos.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en la presente investigación evidencian una reducción del 35.19 % en los costos de mantenimiento de repuestos, equivalente a un ahorro total de S/ 231,186.40, como resultado de la propuesta del plan de optimización del mantenimiento planeado (PMO) basada en la criticidad. Este resultado confirma la eficacia del modelo propuesto y su alineación con los estudios previos de Pardo (2017), quien logró una reducción del 30 % en los costos de mantenimiento aplicando metodologías basadas en confiabilidad, y de Ayulo y Cubas (2023), quienes obtuvieron un 36 % de reducción en condiciones similares. Dichos resultados validan que el enfoque basado en el análisis de criticidad y confiabilidad es aplicable con éxito en el sector de transporte urbano.

Además, el análisis de la situación actual de la gestión del mantenimiento del Corredor Morado permitió identificar las acciones a considerar para la mejora del proceso y reducir los costos. Evidenciando la necesidad de fortalecer los procedimientos de control y estandarización, optimizando la adquisición de componentes y uso de recursos, con el fin de mejorar la eficiencia de la gestión del mantenimiento.

Del mismo modo, el diagnóstico de la situación actual de los buses permitió lograr el cumplimiento del estado teórico, ya que se pudo identificar brechas y reconocer factores operativos que afectan su desempeño, como la alta rotación de conductores y la falta de pericia en la conducción. Este análisis posibilita la priorización de acciones correctivas y preventivas para mejorar la confiabilidad y prolongar la vida útil de los buses.

A lo anterior se añade que, el desarrollo del Análisis de Modo y Efecto de Fallas (AMEF) permitió identificar que los componentes más críticos del sistema son el sistema de frenos y el sistema de embrague, concentrando aproximadamente el 80 % del Número de Prioridad de Riesgo (NPR). Esta identificación posibilita establecer la prioridad de intervención de los buses, focalizando los esfuerzos de mantenimiento en los elementos con mayor impacto operativo y económico.

Asimismo, se confirma que el PMO contribuye de manera directa a la reducción de los costos de mantenimiento, ya que el análisis de los resultados evidencia que la planificación estructurada, el control de intervenciones y la gestión anticipada de fallas permiten optimizar recursos, minimizar paradas no programadas y disminuir gastos asociados a reparaciones correctivas. Estos hallazgos respaldan la efectividad del PMO como herramienta para mejorar la eficiencia operativa y fortalecer la sostenibilidad económica del sistema de transporte

Por otro lado, la evaluación del mercado de repuestos permitió identificar fabricantes alternativos que, aun sin ser proveedores de equipo original, ofrecen niveles de calidad equivalentes con una diferencia de precio considerable. Estos fabricantes cuentan con certificaciones internacionales de gestión de calidad, como la ISO 9001 y, especialmente, la IATF 16949, exclusiva del sector automotriz. La homologación de estas marcas no solo amplía las opciones de abastecimiento, sino que también fortalece la trazabilidad, seguridad y confiabilidad en la adquisición de repuestos, reduciendo significativamente el universo de proveedores y los riesgos asociados a componentes de baja calidad.

Finalmente, el estudio sienta las bases para una evolución digital de la gestión del mantenimiento, mediante la futura incorporación de sistemas automatizados (ERP) que integren indicadores de desempeño como MTBF, MTTR, disponibilidad y confiabilidad. Estas herramientas permitirán una mayor precisión en la planificación, seguimiento y control de las actividades, promoviendo una cultura de mejora continua en la administración de activos y garantizando la sostenibilidad técnica y económica de la operación del transporte urbano.

RECOMENDACIONES

Se recomienda implementar el uso del Plan de Optimización del Mantenimiento Planeado (PMO) basado en análisis de criticidad, asegurando su aplicación disciplinada y periódica en toda la flota, con seguimiento continuo de indicadores de costos, disponibilidad y confiabilidad. Asimismo, promover la capacitación del personal operativo y de mantenimiento para garantizar la sostenibilidad de los resultados obtenidos y permitir mejoras futuras en la eficiencia y reducción de costos.

Además, se sugiere que cada conductor sea asignado de manera permanente a una misma unidad durante un periodo determinado, con el propósito de fomentar una retroalimentación directa y constante sobre el desempeño del vehículo. Esta práctica permitirá detectar oportunamente comportamientos anómalos, prevenir fallas mayores y fortalecer la comunicación entre el personal operativo y el área de mantenimiento.

Respecto a la gestión de repuestos, es fundamental continuar con la homologación de proveedores que acrediten certificaciones internacionales de calidad, como la IATF 16949, asegurando la trazabilidad y confiabilidad de los componentes utilizados tanto en mantenimientos preventivos como correctivos. Además, se aconseja evaluar muestras de productos alternativos mediante pruebas de campo controladas, a fin de recopilar indicadores técnicos que respalden las decisiones de compra y optimicen los costos sin comprometer la calidad.

En relación con la gestión logística, se recomienda incorporar un software especializado o ampliar el sistema actual, de manera que integre el control de inventarios con el historial de mantenimiento y permita disponer de información actualizada en tiempo real. Esta herramienta contribuirá a mejorar la eficiencia operativa, reducir los tiempos de espera por repuestos y reforzar la trazabilidad de los procesos internos.

En términos generales, las acciones propuestas apuntan a consolidar una cultura de mantenimiento basada en la confiabilidad y la mejora continua, donde cada área — operaciones, mantenimiento y logística— actúe de forma coordinada bajo un mismo

sistema de gestión. El cumplimiento de estas recomendaciones no solo asegurará la continuidad operativa de la flota, sino que también permitirá mantener los niveles de ahorro alcanzados y fortalecer la sostenibilidad económica de la organización.

Finalmente, esta investigación reafirma que la optimización del mantenimiento planeado no se limita a la reducción de costos, sino que representa una estrategia de gestión integral capaz de mejorar el desempeño técnico, prolongar la vida útil de los activos y elevar la calidad del servicio ofrecido. Su aplicación constante y disciplinada contribuirá al desarrollo de un modelo de mantenimiento moderno, eficiente y alineado con las exigencias del transporte urbano sostenible en el Perú.

Referencias

- Arias , J., & Covinos, M. (2021). *Diseño y metodología de la investigación* (1ra ed.). Arequipa: Enfoques Consulting EIRL. https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w26022w/Arias_S2.pdf
- Ayulo, M., & Cubas, J. (2023). *Diseño de plan de mantenimiento para reducir costos de mantenimiento de máquinas en la empresa Santa Patricia S.A.* [Tesis de pregrado, Universidad San Ignacio de Loyola]. <https://hdl.handle.net/20.500.14005/13085>
- Bernal, C. (2016). *Metodología de la investigación* (4ta ed.). Colombia: Pearson Educación de Colombia S.A.S. <https://bibliotecadigital.utn.edu.ec/download/files/original/fb0b0cfee2ae990609933d17c6890848960051aa.pdf>
- Duffuaa, e. a. (2000). *Sistemas de Mantenimiento Planeación y Control* (1° ed). Editorial Limusa S.A.de CV.
- FRAS-LE. (2025). *Certificado IATF-16949* . https://www.fras-le.com/media/2726/fras-le-cxs_iatf_ing_31052025.pdf
- Gonzales, F. (2005). *Mantenimiento Industrial Avanzado* (Vol. 2 ed). Madrid: Editorial Fundacion Confemetal.
- Gonzales, J., & Lavado, K. (2018). *Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento y logística para incrementar la rentabilidad de la empresa ITSSA Bus.* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. <https://hdl.handle.net/11537/14703>
- IATF 16949. (2024). *IATF Certificate Information Platodiesel*. <https://iatf-customerportal.org/site>
- Implementos. (s.f.). <https://www.implementos.com.pe/inicio/productos/ficha/filtro-aire-secundario-cf1651-mb-actross-m-h-MYHFIL0008?srsId=AfmBOoqCbF1HuvaV5DPH8WOkB58UZtL79soDTtFEqKM68Fu8pwQHwtce>
- Luvita. (s.f.). *Imagen del tamiz de bomba de aceite*. https://www.loja.luvitadiesel.com.br/3641800201-3641860101-1101800355-peneira-tubo-de-succao/up/MLBU757815482?pdp_filters=category%3AAMLB193933%7Cseller_id%3A267968943%7Citem_id%3AAMLB3074528649
- Martinez, M. (2019). *Plan de mantenimiento preventivo para incrementar la eficiencia de la flota vehicular de la empresa de Transportes M. Catalán SAC. dedicada al transporte de combustibles líquidos.* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12893/8422>
- Matos, F., & Poma, A. (2023). *Implementación del RCM para Incrementar la Disponibilidad de Buses en una Empresa de Transporte Público de Lima.* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <http://hdl.handle.net/10757/671534>
- Mora, L. (2009). *Mantenimiento. Planeación, ejecución y control* (1° ed). Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V.
- Pardo, W. (2017). *Implementación de un plan de mantenimiento preventivo basado en la confiabilidad para reducir costos de mantenimiento para el tren de asfalto de constructora Chamonte S.A.C.* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Trujillo]. <https://hdl.handle.net/20.500.14414/9996>
- Platodiesel. (2024). *Certificado de Aprobación*. <https://www.platodiesel.com.br/sas/upload/pdf/00016115-001-16949-SPAES-IATF.PDF>
- Tecfil. (2024). *Certificado de Aprobación*. <https://www.tecfil.com.br/wp-content/uploads/2019/12/iatf16949.pdf>
- TKL BRAKE. (2025). *Certificados*. <https://www.tkltruckparts.com/company-profile/>

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Consistencia

Problema General:	Objetivo General:	Hipótesis General:	Variables:	Metodología:
¿De qué manera influye la optimización del Mantenimiento Planeado para reducir costos de mantenimiento de los buses del Corredor Morado?	Determinar la influencia de la optimización del Mantenimiento Planeado para reducir los costos de mantenimiento de los buses del Corredor Morado.	La Optimización del Mantenimiento Planeado reduce los costos de mantenimiento de los buses del Corredor Morado.	VI: Optimización del Mantenimiento Planeado (PMO) VD: Reduce los costos de mantenimiento	Tipo de investigación: Aplicada Nivel de investigación: Descriptivo y correlacional Enfoque: Cuantitativo Diseño: No experimental y transversal
Problemas Específicos:	Objetivos Específicos:	Hipótesis Específicas:	Población y muestra:	
1. ¿Cuál es la situación actual de la gestión del mantenimiento en el Corredor Morado y qué acciones deben considerarse para su mejora?	1. Analizar la situación actual de la gestión del mantenimiento del Corredor Morado para determinar las acciones a considerar.	1. El análisis de la situación actual de la gestión de mantenimiento permite identificar las acciones a considerar para la mejora del proceso y reducir los costos.	Población y muestra La población es de 80 buses Mercedes Benz modelo OF1721, sin embargo, la muestra objeto será de 3 buses dentro del patio de maniobras para la recolección de datos.	

2. ¿De qué manera se determina el estado real de los buses del Corredor Morado respecto al cumplimiento del estado teórico?	2. Diagnosticar la situación actual de los buses del Corredor Morado para lograr el cumplimiento del estado teórico.	2. El diagnóstico de la situación actual de los buses del Corredor Morado logra el cumplimiento estado teórico.	Técnicas e instrumentos de análisis y procesamiento de datos: Observación directa del estado de las unidades, encuesta al jefe de mantenimiento y la revisión documentaria. Los instrumentos de recolección serían las ordenes de trabajo, archivos de Excel y el sistema ERP que dispone la empresa donde se ingresa la información de los trabajos realizados y repuestos
3. ¿De qué manera se determina la prioridad de la intervención de los buses del Corredor Morado en base a sus componentes?	3. Determinar la prioridad de intervención de los buses del Corredor Morado mediante la identificación de la criticidad de sus componentes.	3. La prioridad de intervención de los buses del Corredor Morado se determina mediante la identificación de la criticidad de los componentes.	
4. ¿De qué manera se verifica la reducción del costo del mantenimiento?	4. Verificar la reducción del costo de mantenimiento mediante el análisis de los resultados obtenidos tras el desarrollo del PMO.	4. La reducción de los costos de mantenimiento se verifica mediante el análisis de los resultados obtenidos tras el desarrollo del PMO.	

Anexo 2: Presupuesto de la unidad que requiere la culata nueva

COTIZACION: 001-00022651



FECHA : 01/08/2024
 SEÑOR : CONSORCIO EMPRESARIAL FUTURO EXPRESS S.A.
 DIRECCION : AV. CAPAC YUPANQUI MZA. H LOTE. 1-2 ANX. 22 SAN ANTONIO DE J
 TELEFONO : 9818800155
 ATTE :
 VENDEDOR : ALEXIA CRISTINA OBREGON
 QUINO

REFERENCIA :

RUC: 20378620458
 CALLOS CIRUELOS NRO. 328 URB.
 CANTO GRANDE LIMA - LIMA - SA Telf:
 Email: ventas1@mir.com.pe

Estimados señores:

Por medio de la presente nos es grato cotizarles lo siguiente:

ITM	CODIGO	MARCA	DESCRIPCION	U.M.	CANT.	P.UNIT.	DSCTO.(%)	TOTAL
1	152454	ELRIN	KIT EMP DE CULATA ALTA OM924 OF1722/1721	UND	1.00	510.000	0.00	510.00
2	MB023A	MARIN	CULATA MOTOR COMPLETA OM924 LO916/OF1721	UND	1.00	3,900.000	0.00	3,900.00
3	010128900000	OE GE	JG KIT RESORTE VALVULA TOP BREAK OM924LA	UND	4.00	260.000	0.00	1,040.00
VALOR VENTA: S/. 4,618.64				IGV: S/. 831.36		TOTAL: S/. 5,450.00		

Anexo 3: Presupuesto para reparación de caja de cambio

COTIZACION: 001-00022652



FECHA : 01/08/2024
 SEÑOR : CONSORCIO EMPRESARIAL FUTURO EXPRESS S.A.
 DIRECCION : AV. CAPAC YUPANQUI MZA. H LOTE. 1-2 ANX. 22 SAN ANTONIO DE J
 TELEFONO : 9818800155
 ATTE :
 VENDEDOR : JESS ADAMS ALIAGA HERVIAS

RUC: 20378620458
 CALLOS CIRUELOS NRO. 328 URB.
 CANTO GRANDE LIMA - LIMA - SA Telf:
 Email: ventas1@mir.com.pe

Estimados señores:

Por medio de la presente nos es grato cotizarles lo siguiente:

ITM	CODIGO	MARCA DESCRIPCION	U.M.	CANT.	P.UNIT.	DSCTO.(%)	TOTAL
1	13-33-0226	CINPA EJE DESLIZANTE G85 OF1721(E5)/1722 ATEGO	UND	1.00	930.000	0.00	930.00
2	11-33-0037 =60531583	CINPA PIÑON MELLIZO 3/4 INFERIOR G60/G85 OF172	UND	1.00	450.000	0.00	450.00
3	13-33-0213	CINPA EJE TREN FIJO OF1418/1721(CONV-E5)/1722	UND	1.00	750.000	0.00	750.00
4	14-33-0279 =60531582	CINPA BRONCE SINCRONIZADOR 1/2DA OF1418/1721(C	UND	2.00	285.000	0.00	570.00
5	14-33-0300 =60531581	CINPA BRONCE SINCRONIZADOR 3/4TA OF1721(CONV-E	UND	2.00	260.000	0.00	520.00
6	14-33-0298 =60531610	CINPA CONO INTERIOR 1RA/2DA OF1721(CONV-E5) OF	UND	2.00	180.000	0.00	360.00
7	14-33-0299	CINPA CONO INTERIOR 3/4TA OF1418/1721(CONV-E5)	UND	2.00	165.000	0.00	330.00
8	14-33-0304 =60531604	CINPA CONO EXTERIOR 1RA/2DA OF1418/1721(CONV-E	UND	2.00	245.000	0.00	490.00
9	14-33-0296 =60531599	CINPA CONO EXTERIOR 3RA/4TA OF1418/1721(CONV-E	UND	2.00	235.000	0.00	470.00
10	14-33-0301 =60531590	CINPA CUERPO SINCRONIZADOR 3/4TA OF1418/1721(C	UND	1.00	360.000	0.00	360.00
11	26-33-0042	CINPA ARO O LUVA DE 3/4TA OF1721/1722 G60/G85	UND	1.00	340.000	0.00	340.00
12	14-33-0288	CINPA PLATO 3RA OF1721/OF1722 G60/G85	UND	1.00	230.000	0.00	230.00
13	14-33-0290	CINPA PLATO SINCRONIZADOR 4TA OF1418/1721(CONV	UND	1.00	205.000	0.00	205.00
14	=60531596	CINPA EJE PROPULSOR OF1721(E5)/1722 ATEGO 1725	UND	1.00	475.000	0.00	475.00
15	98530276 = F237594	EUROR RODAJE TREN FIJO POSTERIOR OF1721/1722 (	UND	1.00	160.000	0.00	160.00
16	60531851	CORTE RETEN CAJA DELANTERO (EJE PROPULSOR) G60	UND	1.00	50.000	0.00	50.00
17	60171399	CORTE RETEN CAJA POSTERIOR (BRIDA) G60/G85 OF1	UND	1.00	38.000	0.00	38.00
18	10-33-0699	CINPA PIÑON 4TA SUPERIOR OF1721/1722 G60/G85 A	UND	1.00	245.000	0.00	245.00
19	10-33-0682 =60531974	CINPA PIÑON 2DA SUPERIOR OF1418/1721(CONV-E5)/	UND	1.00	430.000	0.00	430.00
VALOR VENTA: S/.		6,273.73	IGV: S/.		1,129.27	TOTAL: S/.	7,403.00

Anexo 4: Presupuesto para las zapatas y ruedas

COTIZACION: 003-00014005



FECHA : 01/08/2024
 SEÑOR : CONSORCIO EMPRESARIAL FUTURO EXPRESS S.A.
 DIRECCION : AV. CAPAC YUPANQUI MZA. H LOTE. 1-2 ANX. 22 SAN ANTONIO DE J
 TELEFONO : 9818800155
 ATTE :
 VENDEDOR : JONATHAN JOEL ESPINOZA
 GUIZADO

REFERENCIA :

RUC: 20378620458
 CALLOS CIRUELOS NRO. 328 URB.
 CANTO GRANDE LIMA - LIMA - SA Telf:
 Email: ventas1@mir.com.pe

Estimados señores:

Por medio de la presente nos es grato cotizarles lo siguiente:

ITM	CODIGO	MARCA	DESCRIPCION	U.M.	CANT.	P.UNIT.	DSCTO.(%)	TOTAL
1	MB/184 X (ROJO)	FRASL	JGO ZAPATA DELANTERO X OF1418/1721(CONV-	JGO	1.00	185.000	0.00	185.00
2	MB/188 XX (ROJO)	FRASL	JGO ZAPATA POSTERIOR (ROJO) OF1721/1722	JGO	1.00	240.000	0.00	240.00
3	7476 (8X18)	REBIB	REMACHE DE ZAPATA 8X18 TUBULAR	UND	128.00	0.234	0.00	30.00
4	6179930610	PLATI	RESORTE FRENO/ZAPATA DEL/POST OF1721/172	UND	8.00	7.000	0.00	56.00
5	RODILLO MBB 2X	PLATI	RODILLO DE ZAPATA 2X (56MM) OF1418/1721(	UND	8.00	16.000	0.00	128.00
6	567108 = 1884	ELRIN	RETEN RUEDA POSTERIOR OF1313/1318/1721(C	UND	2.00	30.000	0.00	60.00
7	210.294 = 01735BG	ELRIN	RETEN DE RUEDA POSTERIOR ATEGO OF1730 O4	UND	2.00	30.000	0.00	60.00
8	562.874 = 01549BRA	ELRIN	RETEN RUEDA DELANTERO OF1721(CONV-E5)/17	UND	2.00	25.000	0.00	50.00
9	33210	FAG	RODAJE RUEDA DELANTERO EXTERIOR OF1721/1	UND	2.00	115.000	0.00	230.00
10	33214A	FAG	RODAJE RUEDA DELANTERO INTERIOR OF1721/1	UND	2.00	250.000	0.00	500.00
11	33215	FAG	RODAJE RUEDA POSTERIOR EXTERIOR OF1721/1	UND	2.00	165.000	0.00	330.00
12	33019	FAG	RODAJE RUEDA POSTERIOR INTERIOR OF1318/1	UND	2.00	170.000	0.00	340.00
13	18/003	IRMA	SEGURO ARAÑA POSTERIOR 75MM OF1313/1318/	UND	2.00	6.000	0.00	12.00
14	3718	FRUM	TAMBOR DE RUEDA DELANTERO Y EJE LOCO O40	UND	1.00	520.000	0.00	520.00
15	33116	FAG	RODAJE RUEDA POST EXTERIOR OF1730/O400/O	UND	1.00	165.000	0.00	165.00
VALOR VENTA: S/.				2,462.71		IGV: S/.		443.29
TOTAL: S/.								2,906.00

Anexo 5: Repuestos empleados en la reparación del motor del padrón 565 – enero 2024

COTIZACION: 001-00022677

TRADING



FECHA : 02/01/2024
 SEÑOR : CONSORCIO EMPRESARIAL FUTURO EXPRESS S.A.
 DIRECCION : AV. CAPAC YUPANQUI MZA. H LOTE. 1-2 ANX. 22 SAN ANTONIO DE J
 TELEFONO : 9818800155
 ATTE :
 VENDEDOR : JOSUE GABRIEL ZAMBRANO CORTEZ

RUC: 20378620458
 CALLOS CIRUELOS NRO. 328 URB.
 CANTO GRANDE LIMA - LIMA - SA Telf:
 Email: ventas1@mir.com.pe

Estimados señores:

Por medio de la presente nos es grato cotizarles lo siguiente:

ITM	CODIGO	MARCA	DESCRIPCION	U.M.	CANT.	P.UNIT.	DSCTO.(%)	TOTAL
1	87354693	KS	JGO BOCINA DE BIELA OM352/366 SUPER 16 {	JGO	1.00	65.000	0.00	65.00
2	87245604	KS	JGO BOCINA DE EJE LEVAS OM352/366A/LA ST	UND	1.00	65.000	0.00	65.00
3	89711190	KS	CAMISA DE MOTOR OM352/366 0.50 (EXTERIOR	UND	6.00	61.666	0.00	370.00
4	99443800	KS	PISTON SOLO MOTOR OM366LA OF1721(CONV)	UND	6.00	160.000	0.00	960.00
5	800019226000	KS	ANILLO DE MOTOR STD OM364/366A/LA LO812/	UND	6.00	60.000	0.00	360.00
6	11288020	RIOSU	GUIA ADMISION OM352/366A/LA OF1721 CONV	UND	6.00	8.000	0.00	48.00
7	11289020	RIOSU	GUIA ESCAPE OM352/366A/LA OF1721 CONV	UND	6.00	8.000	0.00	48.00
8	50017794	KS	VALVULA ADMISION OM366LA OF1721CONV (20	UND	6.00	21.916	0.00	131.50
9	50017390	KS	VALVULA DE ESCAPE OM352/366A OF1721 CONV	UND	6.00	21.916	0.00	131.50
10	23651020=23161043	RIOSU	ASIEN TO ADMISION OM366A	UND	6.00	8.000	0.00	48.00
11	23559020=23187043	RIOSU	ASIEN TO ESCAPE OM352/366A/LA OF1721	UND	6.00	7.000	0.00	42.00
12	776.262	ELRIN	ORIN BOCINA (CAMISA/CHAQUETA) INYECTOR O	UND	6.00	6.000	0.00	36.00
13	87428600	KS	JGO METAL DE BIELA OM352/366 STD	JGO	1.00	105.000	0.00	105.00
14	77596600	KS	JGO METAL DE BANCADA STD FL STD OM366A/L	JGO	1.00	235.000	0.00	235.00
15	423701 = 80270	ELRIN	EMP MOTOR COMPLETO OM366A/LA OF1721(CONV	UND	1.00	360.000	0.00	360.00
16	R388AP	SUPOR	DAMPER CIGUEÑAL OF1721 CONV OM366LA	UND	1.00	540.000	0.00	540.00
17	R283	SUPOR	SOPORTE DE MOTOR POSTERIOR OM366A/LA OF1	UND	2.00	155.000	0.00	310.00
18	R3229	SUPOR	SOPORTE DE MOTOR DELANTERO MODEL ORIGINA	UND	2.00	130.000	0.00	260.00
19	R762P	SUPOR	POLEA BOMBA DE AGUA 4 CANALES OF1721 CON	UND	1.00	310.000	0.00	310.00
20	W1168/5	MANN	FILTRO DE ACEITE OF1721 CONV	UND	1.00	55.000	0.00	55.00
21	WK1156/1	MANN	FILTRO DE PETROLEO SIN SEPARADOR DE AGUA	UND	1.00	75.000	0.00	75.00
22	C27902 = AR59837	MANN	FILTRO DE AIRE PRIMARIO OF1721(CONV-E5)/	UND	1.00	130.000	0.00	130.00
23	531004020	RIOSU	CHAQUETA O BOCINA DE INYECTOR OM352/364/	UND	6.00	28.000	0.00	168.00
24	MIC0217	MIC	TAMIZ O COLECTOR BOMBA ACEITE OM366 OF13	UND	1.00	28.000	0.00	28.00
VALOR VENTA: S/.				4,136.44		IGV: S/.		744.56
TOTAL: S/.								4,881.00

Anexo 6: Repuestos empleados en la reparación del motor del padrón 565 – marzo 2024

COTIZACION: 001-00022679



FECHA : 05/03/2024
 SEÑOR : CONSORCIO EMPRESARIAL FUTURO EXPRESS S.A.
 DIRECCION : AV. CAPAC YUPANQUI MZA. H LOTE. 1-2 ANX. 22 SAN ANTONIO DE J
 TELEFONO : 9818800155
 ATTE :
 VENDEDOR : JACK DELGADO DELGADO

RUC: 20378620458
 CALLOS CIRUELOS NRO. 328 URB.
 CANTO GRANDE LIMA - LIMA - SA Telf:
 Email: ventas1@mir.com.pe

Estimados señores:

Por medio de la presente nos es grato cotizarles lo siguiente:

ITM	CODIGO	MARCA	DESCRIPCION	U.M.	CANT.	P.UNIT.	DSCTO.(%)	TOTAL
1	87354693	KS	JGO BOCINA DE BIELA OM352/366 SUPER 16 (	JGO	1.00	65.000	0.00	65.00
2	87245604	KS	JGO BOCINA DE EJE LEVAS OM352/366A/LA ST	UND	1.00	65.000	0.00	65.00
3	89711190	KS	CAMISA DE MOTOR OM352/366 0.50 (EXTERIOR	UND	6.00	61.666	0.00	370.00
4	99443800	KS	PISTON SOLO MOTOR OM366LA OF1721(CONV)	UND	6.00	160.000	0.00	960.00
5	800019226000	KS	ANILLO DE MOTOR STD OM364/366A/LA LO812/	UND	6.00	60.000	0.00	360.00
6	11288020	RIOSU	GUIA ADMISION OM352/366A/LA OF1721 CONV	UND	6.00	8.000	0.00	48.00
7	11289020	RIOSU	GUIA ESCAPE OM352/366A/LA OF1721 CONV	UND	6.00	8.000	0.00	48.00
8	50017794	KS	VALVULA ADMISION OM366LA OF1721CONV (20	UND	6.00	21.916	0.00	131.50
9	50017390	KS	VALVULA DE ESCAPE OM352/366A OF1721 CONV	UND	6.00	21.916	0.00	131.50
10	23651020=23161043	RIOSU	ASIENTO ADMISION OM366A	UND	6.00	8.000	0.00	48.00
11	23559020=23187043	RIOSU	ASIENTO ESCAPE OM352/366A/LA OF1721	UND	6.00	7.000	0.00	42.00
12	776.262	ELRIN	ORIN BOCINA (CAMISA/CHAQUETA) INYECTOR O	UND	6.00	6.000	0.00	36.00
13	87428600	KS	JGO METAL DE BIELA OM352/366 STD	JGO	1.00	105.000	0.00	105.00
14	77596600	KS	JGO METAL DE BANCADA STD FL STD OM366A/L	JGO	1.00	235.000	0.00	235.00
15	423701 = 80270	ELRIN	EMP MOTOR COMPLETO OM366A/LA OF1721(CONV	UND	1.00	360.000	0.00	360.00
16	R388AP	SUPOR	DAMPER CIGUEÑAL OF1721 CONV OM366LA	UND	1.00	540.000	0.00	540.00
17	R283	SUPOR	SOPORTE DE MOTOR POSTERIOR OM366A/LA OF1	UND	2.00	155.000	0.00	310.00
18	R3229	SUPOR	SOPORTE DE MOTOR DELANTERO MODEL ORIGINA	UND	2.00	130.000	0.00	260.00
19	R762P	SUPOR	POLEA BOMBA DE AGUA 4 CANALES OF1721 CON	UND	1.00	310.000	0.00	310.00
20	W1168/5	MANN	FILTRO DE ACEITE OF1721 CONV	UND	1.00	55.000	0.00	55.00
21	WK1156/1	MANN	FILTRO DE PETROLEO SIN SEPARADOR DE AGUA	UND	1.00	75.000	0.00	75.00
22	C27902 = ARS9837	MANN	FILTRO DE AIRE PRIMARIO OF1721(CONV-ES)/	UND	1.00	130.000	0.00	130.00
23	531004020	RIOSU	CHAQUETA O BOCINA DE INYECTOR OM352/364/	UND	6.00	28.000	0.00	168.00
24	01-00191-0	AUTOL	MONOBLOCK DE MOTOR OM366LA OF1721 CONV	UND	1.00	5,300.000	0.00	5,300.00
25	50009107	KS	BIELA DE MOTOR CONICA OM366LA OF1721(CON	UND	2.00	200.000	0.00	400.00
26	20050336601	BF	CIGUEÑAL DE MOTOR OF1721 CONV(OM366LA) O	UND	1.00	2,000.000	0.00	2,000.00
27	41-33-1007	CINPA	EJE LEVAS OF1620/1721 CONV OM366LA	UND	1.00	850.000	0.00	850.00
28	11.584 = MIC0217	SCHAD	TAMIZ O COLECTOR BOMBA ACEITE OM366 OF13	UND	1.00	80.000	0.00	80.00
VALOR VENTA: S/.		11,426.27		IGV: S/.		2,056.73		TOTAL: S/.
								13,483.00

Anexo 7: Presupuesto de tambores en original y alternativo

COTIZACION: 001-00022650



FECHA : 01/08/2024
 SEÑOR : CONSORCIO EMPRESARIAL FUTURO EXPRESS S.A.
 DIRECCION : AV. CAPAC YUPANQUI MZA. H LOTE. 1-2 ANX. 22 SAN ANTONIO DE J
 TELEFONO : 9818800155
 ATTE :
 VENDEDOR : ANGELA YANETH MEZA RAMOS

RUC: 20378620458
 CALLOS CIRUELOS NRO. 328 URB.
 CANTO GRANDE LIMA - LIMA - SA Telf:
 Email: ventas1@mir.com.pe

REFERENCIA :

Estimados señores:

Por medio de la presente nos es grato cotizarles lo siguiente:

ITM	CODIGO	MARCA	DESCRIPCION	U.M.	CANT.	P.UNIT.	DSCTO.(%)	TOTAL
1	3558 (NEGRO)	FRUM	TAMBOR DE RUEDA POSTERIOR OF1721(CONV-E5	UND	2.00	800.000	0.00	1,600.00
2	01217L = 3558	DURAM	TAMBOR DE RUEDA POSTERIOR OF1721(CONV-E5	UND	2.00	500.000	0.00	1,000.00
3	3692 (NEGRO)	FRUM	TAMBOR RUEDA DELANTERO OF1418/1722/1721(	UND	2.00	600.000	0.00	1,200.00
4	01526L = 3692	DURAM	TAMBOR RUEDA DELANTERO OF1418/1722/1721(	UND	2.00	450.000	0.00	900.00
VALOR VENTA: S/.		3,983.05	IGV: S/.	716.95	TOTAL: S/.		4,700.00	

Anexo 8: Certificado IATF 16949 – FRAS-LE



CERTIFICATE

Management system as per

IATF 16949:2016

(1st edition, 2016-10-01)

Evidence of conformity with the above standard has been furnished and is certified for

FRAS-LE S.A.

Rodovia 122, 10945, Km 66,1 – Forqueta

95115-550 Caxias do Sul

Brazil

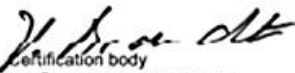
Scope

Design and manufacturing of brake linings, molded linings, disc brake pads and brake shoes

with the remote functions according to appendix

IATF Registration No. 0451110
Certificate Registration No. 44 111 190588-001

Issue date: 2022-06-01
Expiry date: 2025-05-31


Certification body
at TÜV NORD CERT GmbH

Essen, 2022-06-01

This certification was conducted in accordance with the IATF „Rules for achieving and maintaining IATF recognition“.
Validity can be verified at <https://www.tuev-nord.de/de/unternehmen/zertifizierung/zertifikatsdatenbank>.

TÜV NORD CERT GmbH

Am TÜV 1

45307 Essen

www.tuev-nord-cert.de



02-IAO-QMC-01021

page 1/2

A13F201e rev. 01/03.19

Anexo 9: Presupuesto de los bloques de frenos en original y alternativo

COTIZACION: 003-00014006



FECHA : 01/08/2024
 SEÑOR : CONSORCIO EMPRESARIAL FUTURO EXPRESS S.A.
 DIRECCION : AV. CAPAC YUPANQUI MZA. H LOTE. 1-2 ANX. 22 SAN ANTONIO DE J
 TELEFONO : 9818800155
 ATTE :
 VENDEDOR : ANTHONY JOSUE BUSTINZA ENCISO

RUC: 20378620458
 CALLOS CIRUELOS NRO. 328 URB.
 CANTO GRANDE LIMA - LIMA - SA Telf:
 Email: ventas1@mir.com.pe

REFERENCIA :

Estimados señores:

Por medio de la presente nos es grato cotizarles lo siguiente:

ITM	CODIGO	MARCA	DESCRIPCION	U.M.	CANT.	P.UNIT.	DSCTO.(%)	TOTAL
1	DM/588-STD	DUROL	JGO ZAPATA POSTERIOR (ROJO) 1722 STD	JGO	1.00	190.000	0.00	190.00
2	MB/188 STD = 20011D	FRASL	JGO ZAPATA POSTERIOR OF1721/1722 STD	JGO	1.00	150.000	0.00	150.00
3	DM/584 X =	DUROL	JGO ZAPATA DELANTERO OF1721 X	JGO	1.00	170.000	0.00	170.00
4	MB/184 X MB/184 STD = 04671D	FRASL	JGO ZAPATA DELANTERO STD OF1418/1721(CON	JGO	1.00	130.000	0.00	130.00
VALOR VENTA: S/.		542.37	IGV: S/.	97.63	TOTAL: S/.		640.00	

Anexo 10: Presupuesto kit de embrague en la marca Sachs

COTIZACION: 002-00013248



FECHA : 01/08/2024
 SEÑOR : CONSORCIO EMPRESARIAL FUTURO EXPRESS S.A.
 DIRECCION : AV. CAPAC YUPANQUI MZA. H LOTE. 1-2 ANX. 22 SAN ANTONIO DE J
 TELEFONO : 9818800155
 ATTE :
 VENDEDOR : LIZBETH KASSANDRA MOLINA DAMIA

REFERENCIA :

RUC: 20378620458
 CAL.LOS CIRUELOS NRO. 328 URB.
 CANTO GRANDE LIMA - LIMA - SA Telf:
 Email: ventas1@mir.com.pe

Estimados señores:

Por medio de la presente nos es grato cotizarles lo siguiente:

ITM	CODIGO	MARCA DESCRIPCION	U.M.	CANT.	P.UNIT.	DSCTO.(%)	TOTAL
1	KIT1546 =	SACHS PLATO + DISCO DE EMBRAGUE OF1722/1721(E5	UND	1.00	2,350.000	0.00	2,350.00
2	3191000396 = 3309	SACHS RODAJE COLLARIN MODERNO OF1418/1721/1722	UND	1.00	360.000	0.00	360.00
VALOR VENTA: S/. 2,296.61		IGV: S/. 413.39	TOTAL: S/. 2,710.00				



Fecha de Certificación: 27 Mayo 2024
Fecha de Caducidad: 26 Mayo 2027
Número de Certificado: 10607346
Número de Certificado IATF: 0519649

Certificado de Aprobación

Certificamos que el Sistema de Gestión de:

Platodiesel Indústria e Comércio de Peças Automotivas Ltda.

Rua Major Carlos, Del Prete, 1240, Ceramica, Sao Caetano do Sul, 09530001, Sao Paulo, Brasil

IATF USI: TE3Z9M

ha sido aprobado por LRQA de acuerdo con las siguientes normas:

IATF 16949:2016 (Excluyendo Diseño de Producto)

Números de Aprobación: IATF 16949 – 00016115-001

El alcance de esta aprobación es aplicable a:

Remanufactura Tráves Del Conjunto De Piezas, Ensamblajes Y Componentes Del Embrague Asociados.

David Derrick

Regional Director, UKAM

Emitido por: LRQA Limited



LRQA Group Limited, its affiliates and subsidiaries and their respective officers, employees or agents are, individually and collectively, referred to in this clause as 'LRQA'. LRQA assumes no responsibility and shall not be liable to any person for any loss, damage or expense caused by reliance on the information or advice in this document or howsoever provided, unless that person has signed a contract with the relevant LRQA entity for the provision of this information or advice and in that case any responsibility or liability is exclusively on the terms and conditions set out in that contract.
Issued by: LRQA Limited, 1 Trinity Park, Bickenhill Lane, Birmingham B37 7ES, United Kingdom

Anexo 12: Constancia de validez del certificado IATF 16949

Manufacturing Site	
Platodiesel Industria e Comercio de Pecas Automotivas Ltda	
Location / Address:	09530001 Sao Caetano do Sul Brazil
IATF Unique Site Identifier (IATF USI):	TE3Z9M
Location status	Active ●

IATF Certificate Information	
IATF Certificate number:	0519649
IATF Certificate status:	Issued 

Anexo 13: Presupuesto kit de embrague en la marca PLATODIESEL

COTIZACION: 002-00013249



FECHA : 01/08/2024
 SEÑOR : CONSORCIO EMPRESARIAL FUTURO EXPRESS S.A.
 DIRECCION : AV. CAPAC YUPANQUI MZA. H LOTE. 1-2 ANX. 22 SAN ANTONIO DE J
 TELEFONO : 9818800155
 ATTE :
 VENDEDOR : ESTEBAN CAMPOS HUALLPAYUNCA

RUC: 20378620458
 CALLOS CIRUELOS NRO. 328 URB.
 CANTO GRANDE LIMA - LIMA - SA Telf:
 Email: ventas1@mir.com.pe

Estimados señores:

Por medio de la presente nos es grato cotizarles lo siguiente:

ITM	CODIGO	MARCA DESCRIPCION	U.M.	CANT.	P.UNIT.	DSCTO.(%)	TOTAL
1	99.919.546P	PLATO KIT PLATO DISCO COLLARIN OF1722 ATEGO 39	UND	1.00	1,600.000	0.00	1,600.00
VALOR VENTA: S/.		1,355.93	IGV: S/.		244.07	TOTAL: S/.	1,600.00

Anexo 14: Certificado IATF 16949 – SOFAPE (TECFIL)

ABS Quality Evaluations

Certificate Of Conformance

This is to certify that the Quality Management System of:

SOFAPE FABRICANTE DE FILTROS LTDA

**Rodovia Presidente Dutra, Km 213,8
Guarulhos, SP 07183-904
Brasil**

(WITH ADDITIONAL FACILITIES LISTED ON ATTACHED ANNEX)

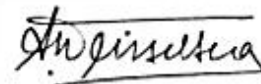
has been assessed by ABS Quality Evaluations, Inc. and found to be in conformance with the requirements set forth by:

IATF 16949:2016

The Quality Management System is applicable to:

DESIGN AND MANUFACTURE OF AIR, OIL, FUEL AND CABIN FILTERS

Certificate No: 38560.A
Effective Date: 17 August 2018
Expiration Date: 16 August 2021
Issue Date: 21 August 2018
IATF No: 0323732



Alex Weisselberg, President



Validity of this certificate is based on the successful completion of the periodic surveillance audits of the management system defined by the above scope and is contingent upon prompt written notification to ABS Quality Evaluations, Inc. of significant changes to the management system or components thereof.

ABS Quality Evaluations, Inc. 16855 Northchase Drive, Houston, TX 77060, U.S.A.
Validity of this certificate may be confirmed at www.abs-qe.com/cert_validation.

Copyright 2011-2018 ABS Quality Evaluations, Inc. All rights reserved.

Anexo 15: Presupuesto de repuestos en la marca MANN

COTIZACION: 002-00013250



FECHA : 01/08/2024
SEÑOR : CONSORCIO EMPRESARIAL FUTURO EXPRESS S.A.
DIRECCION : AV. CAPAC YUPANQUI MZA. H LOTE. 1-2 ANX. 22 SAN ANTONIO DE J
TELEFONO : 9818800155
ATTE :
VENDEDOR : ALDO MARTIN MAYTA VASQUEZ

RUC: 20378620458
CALLOS CIRUELOS NRO. 328 URB.
CANTO GRANDE LIMA - LIMA - SA Telf:
Email: ventas1@mir.com.pe

REFERENCIA :

Estimados señores:

Por medio de la presente nos es grato cotizarles lo siguiente:

ITM	CODIGO	MARCA	DESCRIPCION	U.M.	CANT.	P.UNIT.	DSCTO.(%)	TOTAL
1	PU1046X = PEC3022	MANN	FILTRO DE PETROLEO LO915/916/1418/OF1722	UND	1.00	40.000	0.00	40.00
2	HU931/5X	MANN	FILTRO DE ACEITE LO915/916 OF1418/1722 1	UND	1.00	25.000	0.00	25.00
3	WK1060	MANN	FILTRO SEPARADOR DE AGUA LO915/916 OF141	UND	1.00	70.000	0.00	70.00
4	C27902 = ARS9837	MANN	FILTRO DE AIRE PRIMARIO OF1721(CONV-E5)/	UND	1.00	115.000	0.00	115.00
5	CF1550	MANN	FILTRO DE AIRE SECUNDARIO OF1721/1722/EU	UND	1.00	80.000	0.00	80.00
VALOR VENTA: S/.		279.66	IGV: S/.		50.34	TOTAL: S/.		330.00

Anexo 16: Presupuesto de repuestos en la marca TECFIL

COTIZACION: 002-00013251



FECHA : 01/08/2024
 SEÑOR : CONSORCIO EMPRESARIAL FUTURO EXPRESS S.A.
 DIRECCION : AV. CAPAC YUPANQUI MZA. H LOTE. 1-2 ANX. 22 SAN ANTONIO DE J
 TELEFONO : 9818800155
 ATTE :
 VENDEDOR : ISABEL CHARA INFA

RUC: 20378620458
 CALLOS CIRUELOS NRO. 328 URB.
 CANTO GRANDE LIMA - LIMA - SA Telf:
 Email: ventas1@mir.com.pe

REFERENCIA :

Estimados señores:

Por medio de la presente nos es grato cotizarles lo siguiente:

ITM	CODIGO	MARCA	DESCRIPCION	U.M.	CANT.	P.UNIT.	DSCTO.(%)	TOTAL
1	PEL2003 = E160H	TECFI	FILTRO DE ACEITE LO915/916 OF1418/1722 1	UND	1.00	18.000	0.00	18.00
2	PEC3022 = E52KP	TECFI	FILTRO DE PETROLEO LO915/916/1418/OF1722	UND	1.00	28.000	0.00	28.00
3	PSD420/6 = WK1060	TECFI	FILTRO SEPARADOR DE AGUA LO915/916 OF141	UND	1.00	60.000	0.00	60.00
4	ARS9837 = C27902	TECFI	FILTRO DE AIRE PRIMARIO OF1721(CONV-E5)/	UND	1.00	95.000	0.00	95.00
5	ASR837 = CF1550	TECFI	FILTRO DE AIRE SECUNDARIO OF1721 OF1722	UND	1.00	52.000	0.00	52.00
VALOR VENTA: S/. 214.41				IGV: S/. 38.59		TOTAL: S/. 253.00		